

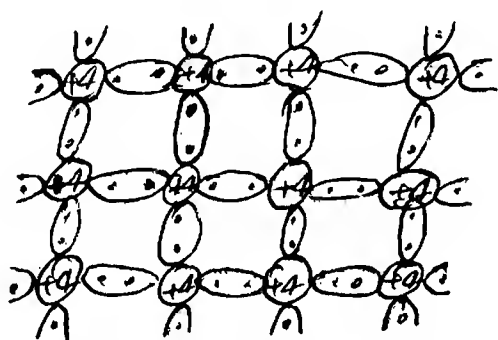
A diagram illustrating the relationship between velocity, magnetic field, and electron mobility. It shows a circle with 'MC' inside. An arrow labeled 'velocity' points from the circle to the left. An arrow labeled 'field' points from the circle to the right. A bracket below the circle is labeled 'mobility of electron'.

$$\Rightarrow \vec{J} = (nq)(\mu_e \vec{E}) = (nq\mu_e) \vec{E} = \sigma \vec{E}$$

W. K. Kellogg

در نتیجه کارها حاصل شده است که نمک نقره از این اسید جدا و قلیه‌های حاصلی است که تهیه آن در مفرط (مطلوب) می‌گردد. Ge و Si مثل سایر

علی می گوید چون چهارم غلظت است و تمام در سینه است و در لسان و تمام باطن خود را گرفته اند و غنی و مانند آذران حرکت کنند.



E_G (Silicon)
 E_G (Germanium)
 Silicon: 1.1 eV
 Ge: 0.72 eV
 Energy of Gap
 $1\text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J}$

2D presentation of Si-Si crystall network

اسی طرح اسی نکلہ در غفلت خیر کم اسے ولہ اللہ کہیں اسے لڑائی نہ لڑا کہتے ہیں (مکملہ آئندہ) ، ماہنامہ ایسی حالہ ہر ملکوں شکر علیہ

سیدگان که با کس که بودی سوزنده کو و الا ان شکسته و e اید که شکسته و در قصای بی نام که شوق محبت می کند و با نوح ضوع و الا ان

سرمه کار خالص داشت. آن صمغ یا رشتی را در آن هم بر وجه کدو و هم یک بار بنفشه، لقا صمغ بهر خلاف و غی و مانند حرکت کند و لقا

عنی بخواند عالی حیران نگردد که باشد خوف و طمع و همت باید اقامت حقایق و شک و غیب هم می ماند و این کار با اعمال سخت بسیار معمولی

ممکن نہیں ہے۔ یہاں تک کہ حضرت امام ابن عباسؓ اسے کھڑے کر دیتی تھیں کہ وہ کھڑے ہو کر اسے لڑائی دے دیتی تھیں اور ان کے ہاتھوں سے وہ کھڑے ہو جاتے تھے۔

④

لذا خضع از اینجای که آن کم رفت. یعنی جهت حرکت صفحه خلاف جهت حرکت ω است. و می توان صفحه را نگاه داشت و از این جهت که ω را کم کرد.

(recombination) کو کہتے ہیں۔ اس کے لیے، اگر ایک خلیہ میں دو یا زیادہ کروموسوم ہوں تو وہ دوبارہ ملا کر:

$n = p = n_i \text{ (cm}^{-3}\text{)}$ کہ اسے چگالی جس e کے نام سے خبردار و چگالی خالص مستند ہے کہ اگر یہ چگالی خالص و عریض نظر

eV_{eff}

اسی طرح، وہاں پہلے آئے ایک اور شخص کا نام :۔

$$n_i^2 = BT^3 e^{-\epsilon_g/KT}$$

→ Boltzman constant

۳) کمپناہلاتی وابستہ برجنس نیر (۱۵) اسے کریکریں سیلان 5.4×10^{31} و 3.5×10^{31} اسے مقدر

چکاراں کو قطع کر کے اسے دودھ کا لٹاؤ۔ دہلی کا چکاراں خالص:

$$n_i = 1.5 \times 10^{10} \text{ cm}^{-3} \rightarrow \text{Silicon}$$

$n_i \approx 2.5 \times 10^{13} \text{ cm}^{-3} \rightarrow \text{Germanium}$

$n_1 \approx 2.7 \times 10^{23} \text{ cm}^{-3} \rightarrow \text{Germanium}$
 که غلظت آن چگالی اش به آن در مقابل است $(= 10^{23} \text{ cm}^{-3})$ است. اما هدایت الکتریکی آن با ضریب کم است.

لذا عناصر پنج طریقه استخوان (Sb)، فسفر (P) و آرسنیک (As) تمام آنها را می‌پوشاند و در میان آنها عنصر N یا نیتروژن محسوب می‌شود.

هستند یا سطریشی مثل بور (B)، گالیم (Ga)، یانتیم (In) که با حاله نوز P یا نوزید هستند. و سطریشی نرم، مکان

مسئله بعدی که می بینیم در \mathbb{R}^n هسته و فضا کلی P است که چون n کمترین لایحه برای \mathbb{R}^n است، \mathbb{R}^n را به \mathbb{R}^n تبدیل می کند.

کذا لستہ ہی سہو و ہا کی کھلاں در شکہ بطور کو ابھرتی کہ جس قدر ہم P سہا کر رہے و لکھتے ہیں تاکہ آں ضلع کم رہے و ہر ارضی لازم

[illegible]

۲۷

میوند که لایه تشکیل می دهند در آن شکل بلورین (۰) یک صفحه (۰) به جای می مانند. آن که ناخالصی در سطحی اتفاق می افتد یعنی یک e^- از Si مجاور می کشد و یک صفحه در آن ایجاد می کند و Si که می کشد هم می کشد آن صفحه در آن را می کشد. لذا یک صفحه تشکیل می دهیم. بنابراین ناخالصی داریم، یعنی کم است. چنانچه اگر 10^{15} ام سیلیکان یک ام ناخالصی زده شد در سطحی اتفاق می افتد که حدود 24000 برابر می کشد! در واقع هر چه کمتر می کشد چقدر بهتر است.

وقتی ناخالصی نوع N می زنیم، آن را e^- می کشد و آن را به این شکل می کشد. در واقع هر چه کمتر می کشد چقدر بهتر است. وقتی e^- آن را می کشد، آن را به این شکل می کشد. در واقع هر چه کمتر می کشد چقدر بهتر است.

را N_D و N_A نشان می دهند. با فرض این که در لایه هر 10^{15} ام سیلیکان یک ام ناخالصی زده شد، چنانچه آن را ناخالصی $(N_A \text{ یا } N_D)$ حدود 10^{15} cm^{-3} خواهد بود. این مقدار از چنانچه ناخالصی یک ام سیلیکان خالص (یعنی intrinsic Silicon) 10^{10} cm^{-3} کمتر است. چنانچه ناخالصی یک ام سیلیکان $(10^{10} \text{ cm}^{-3})$ خیلی کمتر است. برای همین است که می گویند در سطحی که N می کشد.

e^- را N_D می کشد (majority carrier) و h^+ را N_A می کشد (minority carrier). چنانچه در سطحی که N می کشد، e^- را N_D می کشد (majority carrier) و h^+ را N_A می کشد (minority carrier).

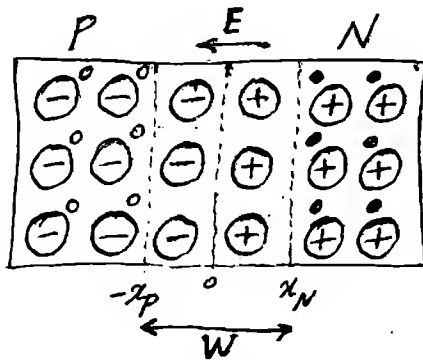
جریان هدایتی (conduction current) می کشد و می کشد. $diffusion$ با یکدیگر می کشد. $diffusion$ با یکدیگر می کشد. $diffusion$ با یکدیگر می کشد. $diffusion$ با یکدیگر می کشد.

برای همین است که در سطحی که N می کشد، e^- را N_D می کشد (majority carrier) و h^+ را N_A می کشد (minority carrier).

۵

(epitaxial growth) با وجود داشتن خلای الکتریکی متفاوت، همچنان جهت یک یکتا را دنبال می کنند.

* در پیوند PN، در طرف N چگالی n آلوده کننده زیاد است و در طرف P چگالی p کم است. لذا البتة میزان چگالی حامل های اصلی زیاد



است که باعث ایجاد پتانسیل داخلی می شود.

در وقت که در این شکل نمودار آ ناهمبندی را رسم و می کشیم که

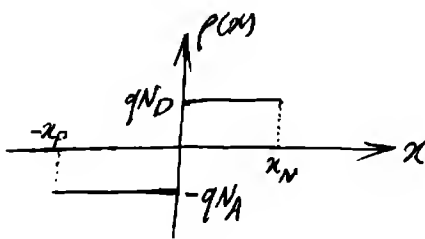
تکسیم. در این حالت می توانیم که گفتیم آنگاه می توانیم که

تفاوت را بین آ سطح فیزیکی و در دو طرف می توانیم به این ناحیه نامیده می (depletion region) گویند و چون

در در طرف آن می توانیم که گفتیم و این ناحیه را فضایی (SCR) (Space Charge Region) می گویند. چنین وضعی

از نوع کم باشد و اختلاف پتانسیل می شود که از تبادل پستی الکتریکی آلوده کننده می کنند (به عنوان الکتریکی می گویند که در وقت نمودار) به

این اختلاف پتانسیل که در حالت عملی از ایجاد می شود اختلاف پتانسیل تماس می گویند (contact potential).



می توانیم که چگالی الکتریکی را در این حالت می دانیم:

تفاوت این را می توانیم که در x_p و x_n به دست می آوریم

تفاوت تغییر چگالی می توانیم که در این حالت می دانیم. پس از این با استفاده می

$$\frac{d^2V}{dx^2} = -\frac{\rho}{\epsilon} \Rightarrow \text{در } x_p \text{ و } x_n \text{ تغییر می کند} \rightarrow \frac{d^2V}{dx^2} = -\frac{\rho}{\epsilon}$$

در وقت می کشیم $\frac{dV}{dx} = E(x)$ و در این حالت می دانیم که

(۶)

اتصال یک منبع ولتاژ به دو سوخته PN را باید یک مدار کوئید (biasing) اگر قطب به منبع ولتاژ را به سیرا P و
منفی را به N پیچید باید PN استیم و در این صورت باید یک همگون است. در این سیستم ولتاژ که داریم همگانی
ناقصه ای ظاهر می شود چون قسمت که یک ولتاژ اعمال کرد باید ولتاژ استیم و مقادیر کم از خود اتصال می دهند. با توجه به جهت ولتاژ
نشان (contact potential) ولتاژ منبع باید اعمال می کنند. یعنی سیرا پیچید که همگانی می باشد و ولتاژ PN است
که ولتاژ N به P و ولتاژ P به N همگانی می شود. به سیرا پیچید، قطب منی منبع، ولتاژ N به P و ولتاژ P به N همگانی می شود و
حرفه P همگانی می شود و ولتاژ P به N همگانی می شود. ولتاژ منبع باید اعمال می شود و ولتاژ N به P همگانی می شود
و در سیرا لغت ولتاژ N به P همگانی می شود. یعنی ناچیزه ای عمل می کنند که ولتاژ N به P همگانی می شود
ولتاژ N به P همگانی می شود. این سیرا است که می باشد و سیرا پیچید که ولتاژ N به P همگانی می شود. همان ولتاژ N به P
در این سیستم همگانی می شود PN را باید اعمال کرد که ولتاژ N به P همگانی می شود. حرفه P به N همگانی می شود N به P
حال اگر می بینید در این سیرا حال که ولتاژ N به P همگانی می شود (excess minority carrier) کوئید، ولتاژ N به P
به P پیچید می. حالا باید یک همگانی است و در سیرا می باشد و ولتاژ N به P همگانی می شود. اگر می بینید
سیرا پیچید می. چون اختلاف پیچید می باشد که ولتاژ N به P و ولتاژ P به N همگانی می شود. ولتاژ N به P همگانی می شود
حال که اگر می بینید، ولتاژ N به P همگانی می باشد. اعمال این همگانی می شود. چون ولتاژ N به P همگانی می شود
به حرفه P به N همگانی می شود و ولتاژ P به N همگانی می شود. ولتاژ N به P همگانی می شود. ولتاژ N به P همگانی می شود!

⑦

reverse saturation current

برای همین است که جریان در یکای آمپر خیلی کمی است. چرا که این جریان را جریان اشباع میگویند.

★ نکته در این داستان تجربه این است که دقت کم کردیم و از منبع به سوئیچ 10V وصل کنیم. جهت جریان خلاف جهت

ساختار میگویند است. لذا علامت در یکای مستقیم، امپیر است. یعنی می‌توانیم N و P را به P و N تعویض ایجاد شویم که این

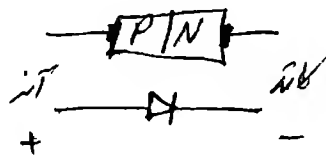
جریان کم که گاهی اوقات در لحاظ می‌گردد نامیده می‌شود. خاصه آنی همان می‌باشد $microfabrication$

می‌گویند ساخته شده. لذا دائماً بازمانی که منبع وصل است جریان می‌گردد و در حال همین یک است.

★ این بخش در کتاب فیزیک الکتریسیته آمده است. استادم این قسمتی درس نمی‌داد. معادله بواسطه آنکه در جدول

توضیح خوب معادله ای را اگر دیده‌ایم بعد نیاید یا نیاید و توضیح می‌دهد. این معادله از کتاب آمده که آنکه این معادله است که می‌بینی در کتاب.

(توضیح: در این بخش گفتیم $P-N$ junction) اندک تفاوت. پس این تفاوت را می‌بینیم.



برای آنکه در عمل تماس خاصیت یکدیگر را ببیند $P-N$ (ایدار شود)

در ساخت میگویند اندک تفاوت.

$mobility$ در N و P متفاوت است. یعنی P است که به خاطر تقسیم این می‌شود است و خیلی پیچیده است و به

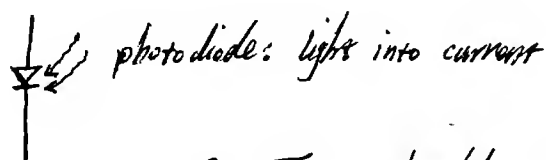
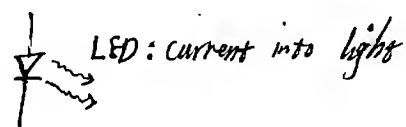
کوانتوم است. اما فاصله ای که در واقع است تفاوت اندک می‌باشد و این که در واقع ساختن آن است.

$diffusion$ می‌گویند. این بخش را می‌بینیم که در واقع ساختن آن است و این که در واقع ساختن آن است.

در یکای آمپر است. یعنی همانی که در کتاب آمده است که در واقع ساختن آن است و این که در واقع ساختن آن است.


①

آقای زینبی آن را در کمال رزق و کرم می دانستند که برای او از خالصی معنی کمالی با کمالی رفت پیدا می دانستم که در ضرورت
می شکسته بود و زینب خاص.



2) Zener breakdown & avalanche breakdown \rightarrow $\frac{1}{2}$ of the voltage

[illegible]

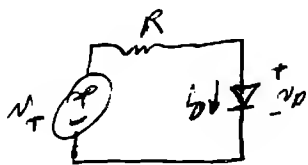
دوای: چون نه Zener خنیه یار dope کویم کجای اتم؟ ناخالصی فعلی پیوسته است. یعنی این اتم به هم پیوسته اند. 

10

static resistance
 $R_s = \frac{V_D}{I_D} \bigg|_Q$

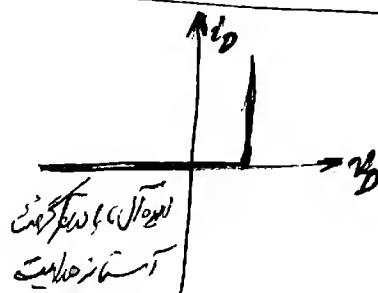
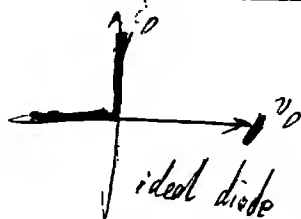
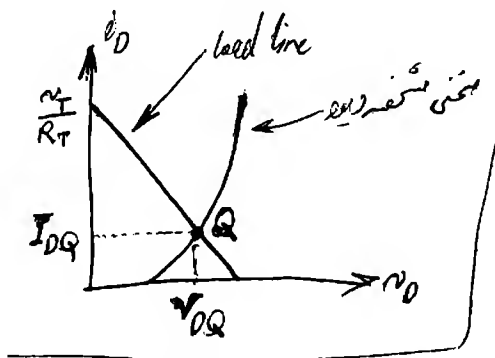
$$r_d = \left(\frac{dI_D}{dV_D} \right)^{-1} = \frac{1}{n_T} I_{se}^{n_T/V_T} \Rightarrow r_d = \frac{V_T}{I_{DQ}}$$

$$I_D = I_{se}^{n_T/V_T}$$

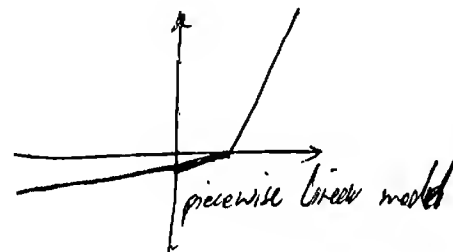
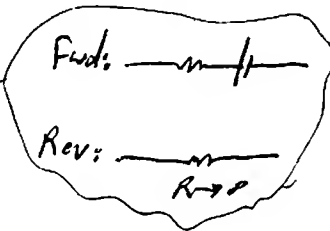


$$V_D = V_T - R I_D \Rightarrow \text{load line}$$

کریکتیو و ولتاژ و جریان را یکدیگر میزنیم و خط بار
 و در میان آن نقطه‌ای افتاد که به ما جواب می‌دهد
 عکس کنیم



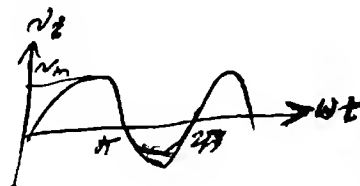
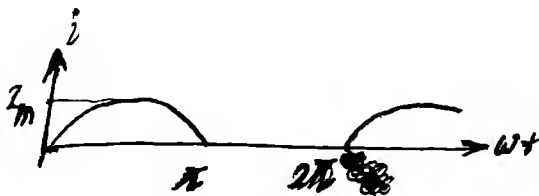
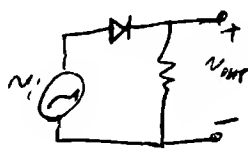
البته این هم فرضی است. مثلاً اگر ولتاژ دیود را خیلی کم کنیم
 اتصال کوتاه در نظر گرفت و در عکس، مثلاً باز



در مدار آشنایی اول می‌بینیم در چی می‌توانیم روی مدار on یا off باشد پس بر اساس آن کار می‌کنیم.
 اگر بعد از اتصال در نظر نگه داریم ابتدا باید در حالت DC مدار را تحلیل کرد و پس معادلاتی که برای

در مدار معادله می‌زنیم که $r_d = \frac{V_T}{I_{DQ}}$ و تحلیل می‌کنیم که چگونه مدار clipper و limiter و غیره را می‌توانیم طراحی کنیم.

half-wave rectifier یکساز نیم موج



مقدار متوسط را می‌خواهیم $\rightarrow \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi v_m \sin \alpha d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^\pi v_m \sin \alpha d\alpha = \frac{v_m}{\pi} = V_{DC}$



مقدار متوسط را می‌خواهیم $\rightarrow I_{DC} = \frac{I_m}{\pi}$

در مدار اینک که می‌بینیم می‌توانیم در نظر بگیریم که در این مدار می‌توانیم یکساز نیم موج را به یکساز تمام موج تبدیل کنیم و در این صورت می‌توانیم یکساز تمام موج را به یکساز نیم موج تبدیل کنیم.

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (i(\alpha))^2 d\alpha} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^\pi I_m^2 \sin^2 \alpha d\alpha} = \frac{I_m}{2}$$

$$V_{rms} = \frac{V_m}{2}$$

11) اینجا یک سری مفاهیم خود را در (R_p) برای خود در نظر گرفته و آن را در مدارات رطابته داشته و دانش خود را از درک concept و یک است بدان مفهوم می خندو

به سمت چپ با فرمول می خندو

این است این که فرمول DC (در مدار خود می خندو) DC نیست، اما آن DC کامل شود و آن را می خندو

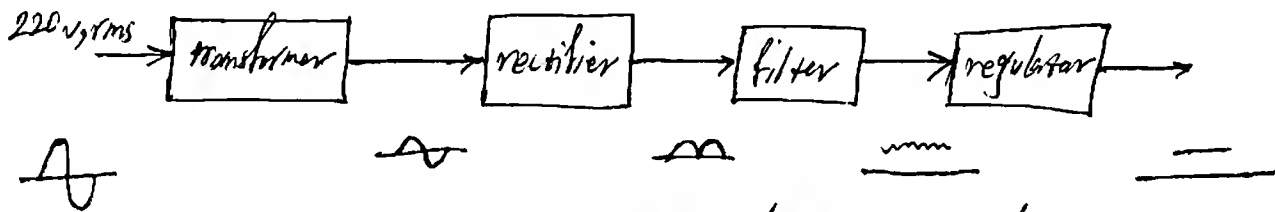
$$\eta = \frac{(P_{out})_{DC}}{(P_{in})_{ac}}$$

$$P_{in, ave} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v(\alpha) i(\alpha) d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_m \sin \alpha) (I_m \sin \alpha) d\alpha = \frac{V_m I_m}{4}$$

$$P_{out, ave} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} v(\alpha) i(\alpha) d\alpha = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_m \sin \alpha I_m \sin \alpha d\alpha = \frac{V_m I_m}{4}$$

نشان می دهد که این فرمول برای هر دو حالت درست است و نشان می دهد که این فرمول برای هر دو حالت درست است.

$$\Rightarrow P_{out, ave} = V_{DC} I_{DC} = \frac{V_m}{\pi} \frac{I_m}{\pi} = \frac{V_m I_m}{\pi^2} \Rightarrow \eta = \frac{4}{\pi^2} \approx 40\%$$

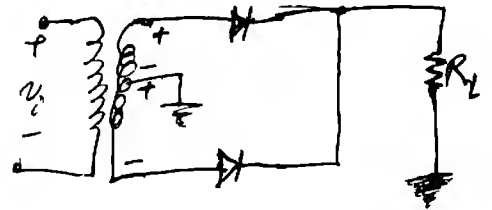


block diagram of a power supply

Half-wave rectifier: یک موج یک طرفه را می خندو

$$I_{DC} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_m \sin \alpha d\alpha = \frac{2I_m}{\pi}$$

$$V_{DC} = \frac{2V_m}{\pi}$$



$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} I_m^2 \sin^2 \alpha d\alpha} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} V_m^2 \sin^2 \alpha d\alpha} = \frac{V_m}{\sqrt{2}}$$

$$P_{in, av} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} (V_m \sin \alpha) (I_m \sin \alpha) d\alpha = \frac{V_m I_m}{2}$$

$$\eta = \frac{P_{out, av}}{P_{in, av}} = \frac{\frac{4V_m I_m}{\pi^2}}{\frac{V_m I_m}{2}} = \frac{8}{\pi^2} \approx 80\%$$

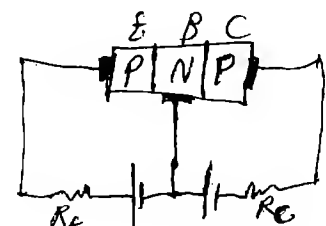
این فرمول برای هر دو حالت درست است و نشان می دهد که این فرمول برای هر دو حالت درست است. (Peak Inverse Voltage) $2V_m$ است که تلفات می خندو و این فرمول برای هر دو حالت درست است.

12

عبدالله بن عبدالمطلب

Box-collection	Box-number	Unit No
Box 1	1	1
Box 2	2	2
Box 3	3	3
Box 4	4	4

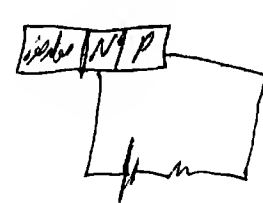
حسن الملایکہ یارِ گلشنِ آستانِ اقدس و بانہا مسالین و مہربان



ایک PNP سیمی کنڈکٹر

کے لئے NPN، PNP اور دیگر ٹرانزیسٹرز کے ساتھ ساتھ

می توان از صورت استفاده کرد. نکته اینست که $mobility$ هر دو یکسان نیست، پس باید در $microfabrication$ نوعی PNP و NPN قسمتی که در آن $base$ - $collector$ در یکدیگر است پس حالتی که $base$ - $collector$ در یکدیگر است (همانند PNP و NPN) می تواند از آن استفاده کرد. $base$ - $collector$ در یکدیگر است پس حالتی که $base$ - $collector$ در یکدیگر است (همانند PNP و NPN) می تواند از آن استفاده کرد.



ملاحظہ ہو۔ چونکہ درج ذیل حالت، فعال مردانہ حالت کہ جس کا نمونہ P ہے، N و M کے درمیان P سے دور، آفاقی صورتِ ناخالی

emitter سبب از base است. چون وقتی یک پتانسیل مثبت ضعیف از P به N است. لذا emitter یک مولفه از N است.

دعایم و دعاها را در این کتاب درج کرده است و در هر یک از آنها دعاها را درج کرده است و در هر یک از آنها دعاها را درج کرده است

است و دیگران لیسوا می است یعنی هم آن را خیر می گویند و هم مقدار خردی جزء و کما گویند آن ظاهر بود. البتہ اینها هم در آن فعل می کشند که در کلام می کشند

base بعد کی شے کو مسموعہ سے مانی جاتی ہے۔ چونکہ ترکیب e باضفہ زمانہ نہیں ہوا۔ ~~اس لیے~~ اس لیے یہ ترکیب ~~مسموعہ~~ مسموعہ کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔ ~~اس لیے~~ اس لیے یہ ترکیب ~~مسموعہ~~ مسموعہ کے لیے استعمال کی جاتی ہے۔

emitter dkz 76,9 wje bar-collector

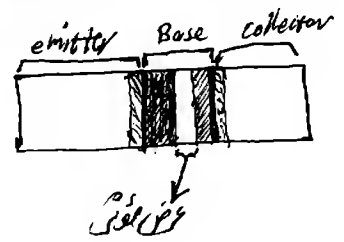
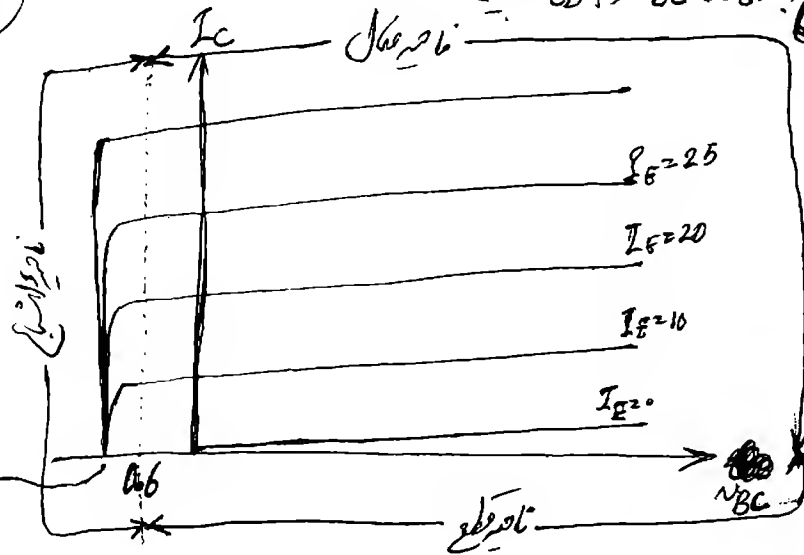
کسی را سزا نماند که در کتب و خبرات را حفظ کند و در این خود و دلیل آید و از این گفتند و میگویند که آن موعود هم خواهم اینها را در کتابم و تم تلف شود و

در تمام موارد این سه مورد در صورتی که CBO و مستحقان و خودی و غیره *Conjugation* مختلف هستند، یعنی هر یک از PNP حرکات گوناگون است.

دو نفر دیگر به شماره اکساید NPN تعدادی فرستاده می این است B و اگر آنها بخواهند قتل کنند می توانند چنین راه اندازند base-collector و یکدیگر

14

معمولاً بائینر با دو ولتاژ ورودی و یکی خروجی است. البته می توان V_{BC} را به V_{CB} تبدیل کرد.



در نمودار زیر خط افقی خطی که با I_E مشخص شده و ولتاژ V_{BE} را نشان می دهد. چون وقتی ولتاژ V_{BE} به V_{BC} برسد، I_E شروع می کند به افزایش.

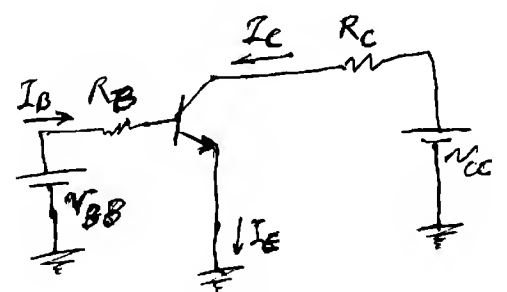
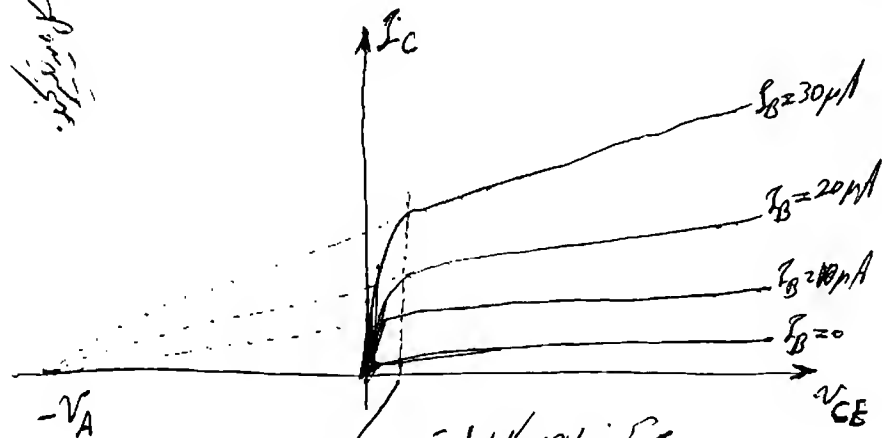
خاصیت انتقال بار در منطقه فعال (base transport factor) و ولتاژ انتقال V_{BE} (base-emitter voltage) و ولتاژ انتقال V_{BC} (base-collector voltage) در این بخش بررسی می شود.

$$I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T} (1 + \frac{V_{CE}}{V_A})$$

این معادله برای V_{BE} و V_{CE} در محدوده $0.7V$ تا $0.8V$ و $0V$ تا $10V$ در دسترس است.

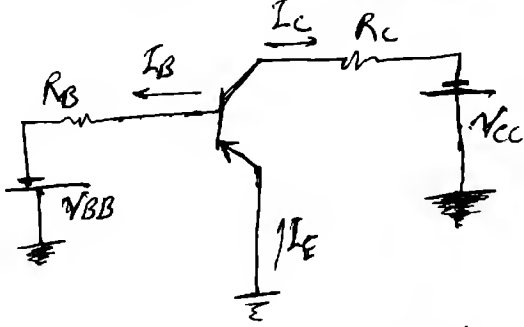
V_A نام ولتاژ Early است که نشان دهنده تغییرات جزئی در ولتاژ V_{BE} است.

در این بخش به بررسی V_{BE} و V_{CE} برای PNP و NPN ترانزیستورها می پردازیم.

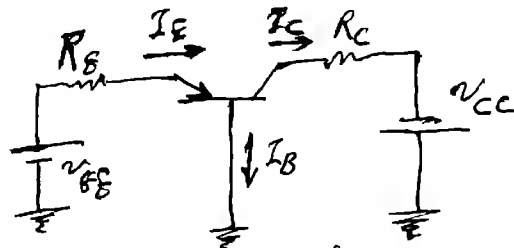


$V_{CE,sat} \approx 0.2V$ → not to be confused with $V_{BE} \approx 0.7V$

PNP transistor in common-emitter



NPN transistor in CE config



PNP in CB config

در این بخش به بررسی ولتاژ V_{BE} و V_{CE} و V_{BC} و V_{CB} می پردازیم. ولتاژ V_{BE} و V_{CE} در محدوده $0.7V$ تا $0.8V$ و $0V$ تا $10V$ در دسترس است.

14

حالت خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد. چون مدار را می توان به یک منبع ولتاژ و یک مقاومت معادل کرد. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.



محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

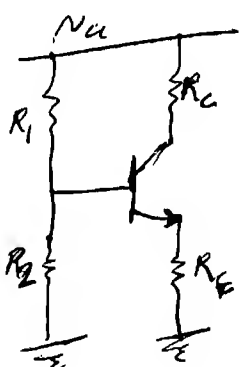
$$I_C = \beta I_B$$

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

سوال: پس این ولتاژ معادل و مقاومت معادل را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.



محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

$$R_T = R_1 \parallel R_2$$

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

$$V_T = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{CC}$$

$$V_T - V_{BE} = I_B R_T + I_E R_E, \quad I_B = \frac{I_E}{\beta} \Rightarrow$$

$$V_T - V_{BE} = I_E \left(\frac{R_T}{\beta} + R_E \right) \quad I_E = \frac{V_T - V_{BE}}{R_E + \frac{R_T}{\beta}} \quad \text{if } R_E \gg \frac{R_T}{\beta} \Rightarrow I_E = \frac{V_T - V_{BE}}{R_E}$$

محاسبه ولتاژ معادل و مقاومت معادل. ولتاژ معادل خود را می توان به کمک فرمول های زیر محاسب کرد.

17

منبعی بین R_1 و R_2 آفریننده دارا این جریان I_{CQ} و در نتیجه I_C به مقدار I_{CQ} جریان میبرد که در آن جریان آنها را یکسان میگیریم.

بنابراین $R_T = R_1 || R_2$ مقدار معنی باشد. هر این که در ولای خازم بین R_E و نقطه بار (نقطه بار) R_{load} داریم.

اما از این معلوم شد که R_E موجب بار شدن ولای است که در اصل، علامت I_{CQ} باید یکسان موجب بار شدن DC است. حتی با یک وقت جاری

$$R_1 = R_T \left(\frac{V_{CC}}{V_T} \right) \quad R_2 = \frac{R_T}{1 - \frac{V_T}{V_{CC}}} \quad V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E) \quad V_{CE} = -(R_C + R_E) I_C$$

معلوم شد که R_E بار را به ولای میبرد. اما اگر R_E را حذف کنیم $gain$ میافتد $\left(\frac{-\beta R_C}{1 + \beta R_E} \right)$.

بالین نمودار مشخصه خروجی و مدار بار را می بینیم. یعنی یک خطی را ترسیم می دهیم و آن را هم روی نمودار می کشیم و هم از روی شکل بار از روی نمودار I_C و V_{CE} معلوم می شود. نقطه B و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی

اینکه V_{CE} روی نمودار معادله $V_{CE} = V_{CC} - I_C (R_C + R_E)$ را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

این را می توانی تغییر دهی. V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

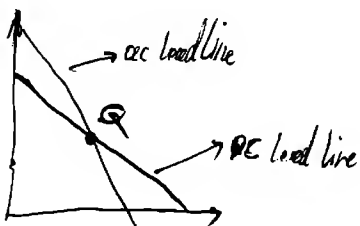
بنابراین V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

مستند خروجی می بینیم که V_{CE} با I_C رابطه دارد. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

مسائل روشن است. مثلاً مستند V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

بسیار مهم است. V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

مثلاً اگر V_{CE} را تغییر دهیم، I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

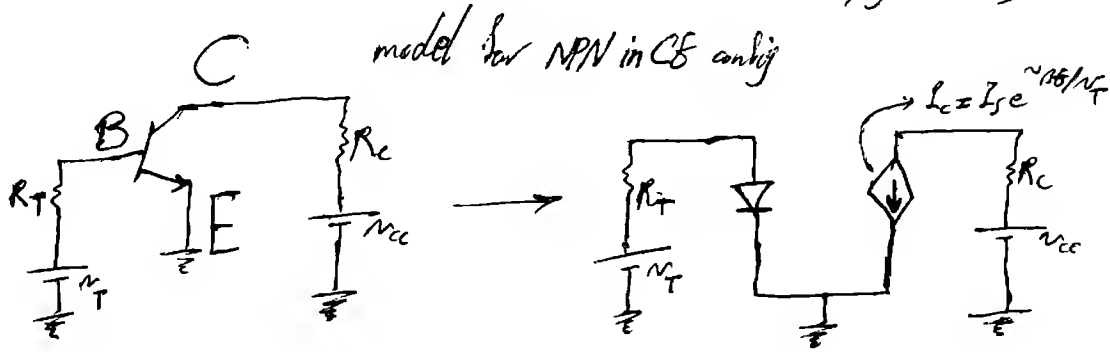


تغییر V_{CE} را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

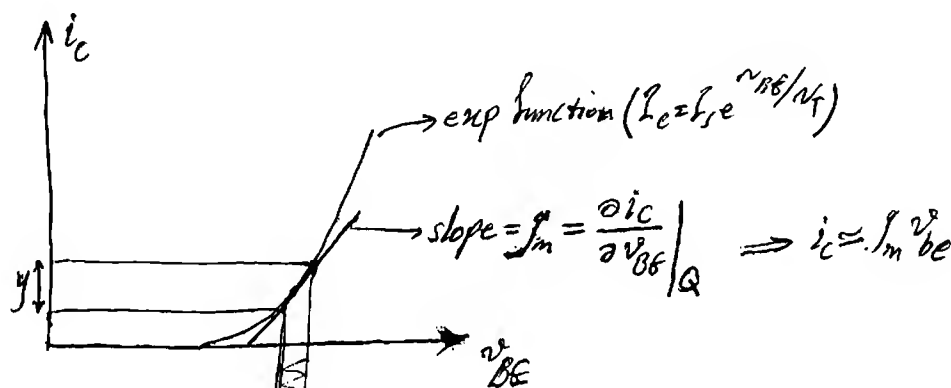
بنابراین V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

مثلاً اگر V_{CE} را تغییر دهیم، I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.

بنابراین V_{CE} و I_C را می توانی تغییر دهی. I_C و R_E و V_{CC} و ... را می توانی تغییر دهی.



چون base به emitter و در بیست آمپ یک پیوند PN است. می‌تواند لذا می‌تواند این دو را به یکدیگر وصل کرد و می‌تواند collector را متصل کند. لذا C به E هم می‌تواند به همانی بسته کرد و به آن در NPN می‌تواند. کار کردن تابع exp در تقریب { قسمت سخت است لذا آن را به ترتیب به شکل



لذا می‌تواند این دو را به یکدیگر وصل کند و به آن در NPN می‌تواند. کار کردن تابع exp در تقریب { قسمت سخت است لذا آن را به ترتیب به شکل

می‌تواند به شکل دیگر به آن وصل کند و به آن در NPN می‌تواند. کار کردن تابع exp در تقریب { قسمت سخت است لذا آن را به ترتیب به شکل

$$r_{\pi} = \frac{\partial v_{BE}}{\partial i_B} = \beta \frac{\partial v_{BE}}{\partial i_C} = \beta / g_m$$

OK، تا یکدیگر هم وصل می‌کند و به آن در NPN می‌تواند. کار کردن تابع exp در تقریب { قسمت سخت است لذا آن را به ترتیب به شکل

می‌تواند به شکل دیگر به آن وصل کند و به آن در NPN می‌تواند. کار کردن تابع exp در تقریب { قسمت سخت است لذا آن را به ترتیب به شکل

$$I_C = I_S e^{V_{BE}/V_T} \left(1 + \frac{V_{CE}}{V_A}\right) \quad (1)$$

$$r_o = \frac{\partial v_{CE}}{\partial i_C} \bigg|_Q = \frac{V_A}{I_{CQ}}$$

$$(1) \Rightarrow \frac{\partial i_C}{\partial v_{BE}} = \frac{1}{V_T} I_S e^{V_{BE}/V_T} = \frac{I_C}{V_T} \Rightarrow r_o = \frac{V_A}{I_{CQ}}$$

$$g_m \xrightarrow{R_E} (b) \Rightarrow \frac{\partial i_C}{\partial v_{BE}} = \frac{1}{r_T} e^{v_{BE}/r_T} (1 + \frac{v_{CE}}{V_A}) \approx \frac{I_C}{r_T} \Rightarrow g_m = \frac{i_C}{v_{BE}} \bigg|_Q = \frac{I_C}{r_T}$$

بسم الله الرحمن الرحيم

مسیر AC از مسیر استوارترین و کوتاه‌ترین است زیرا که π بزرگتر از CF و CB می‌باشد.

Ex: 1) A terminal network

و من و نهی است که است (و بهر حال که در این کتاب می نویسم :

وہ کہہ رہے ہیں : شکم کا ماس

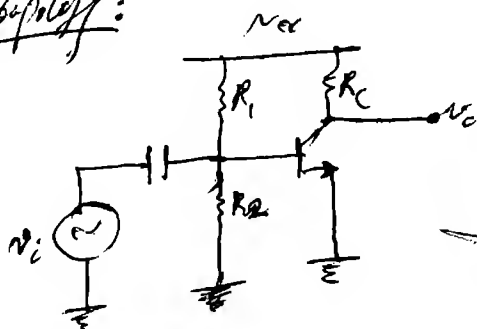
جہانگیر ۱۰ دہائی ۱۰ کنہر کمانس

مردانگی: شکست خورده ←

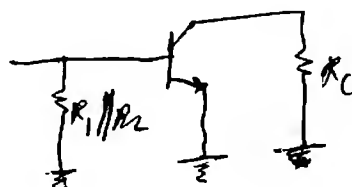
$$\begin{cases} v_1 = h_{11}i_1 + h_{12}v_2 \\ i_2 = h_{21}i_1 + h_{22}v_2 \end{cases}$$

الحمد لله الذي جعل العلم نوراً يضيء القلب ويهدي السبيل
والعلم نوراً يضيء القلب ويهدي السبيل
والعلم نوراً يضيء القلب ويهدي السبيل

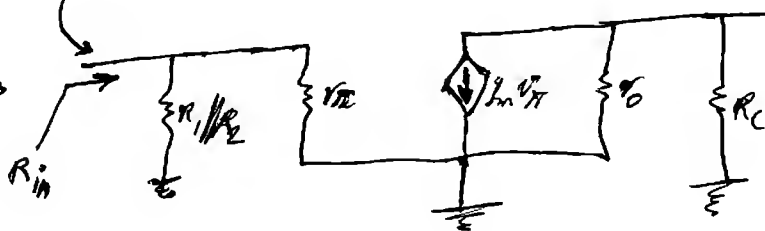
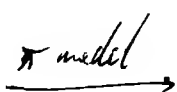
GF supply:



و این چنانکه ثابت است از نظر علمی است. لذا اینست که هرگاه کسی را



از این به بعد احوال بخیر



$$\Rightarrow A_v = \frac{v_o}{v_i} = g_m (r_o \parallel R_C)$$

$$R_{in} = R_1 \parallel R_2 \parallel R_3$$

[illegible]

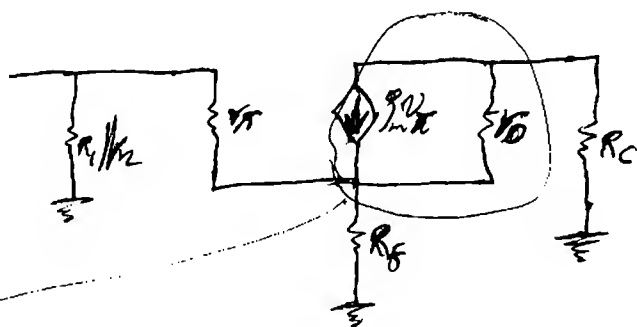
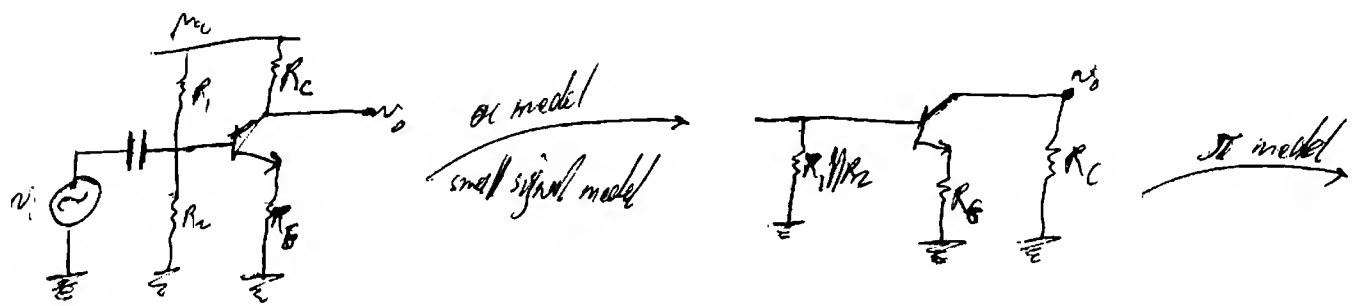
۲۱

گفت که $R_C \rightarrow \infty$ و ولتاژ خروجی در خروجی بار است و ولتاژ V_{CE} در خروجی بار است $breakdown$ شود آنکه:

$$A_v = -g_m v_o = -\frac{I_{CQ}}{V_T} \times \frac{v_o}{I_{CQ}} = -\frac{v_o}{V_T} \rightarrow \text{intrinsic gain} \rightarrow I_C \text{ در یک ولت}$$

خوب به یاد داشته باشید که ولتاژ V_A آن بستگی دارد که چقدر ولتاژ است. به چه دردی خود را می‌خواهیم که از ولتاژ V_A است. ولتاژ V_A آنکه معلوم می‌کنیم ولتاژ آن در اینجا است. به ولتاژ V_A که در اینجا است (ولتاژ V_A در اینجا است) ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است.

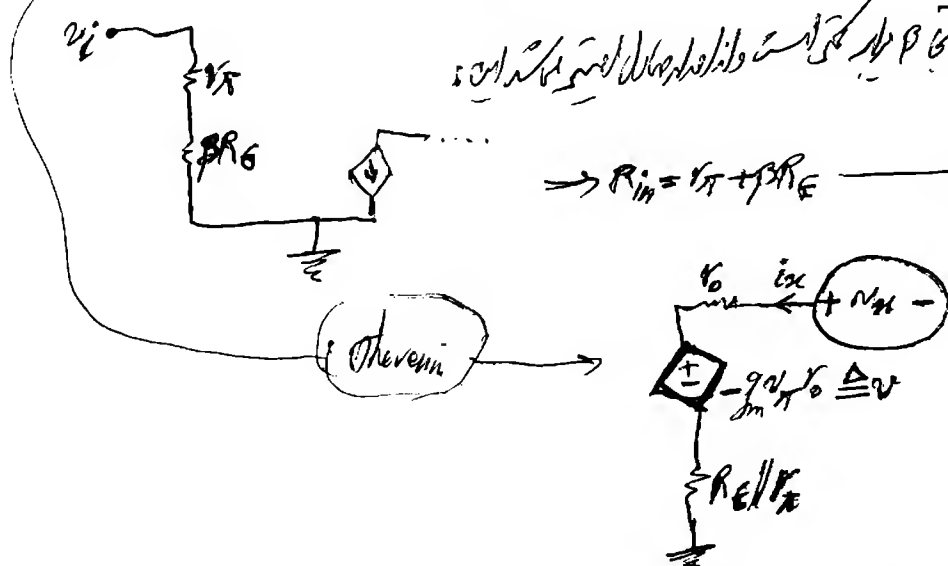
CE with emitter degeneration resistor:



با توجه به اینکه ولتاژ V_A در اینجا است (ولتاژ V_A در اینجا است) ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است.

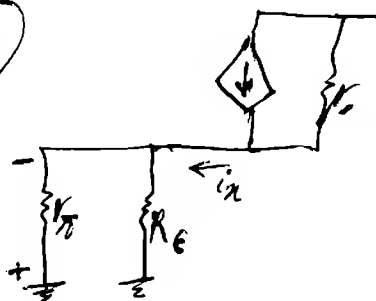
emitter base (emitter) که در اینجا است (ولتاژ V_A در اینجا است) ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است.

$$\rightarrow R_{in} = r_{\pi} + \beta R_E \rightarrow \text{or } R_{in} = R_1 // R_2 // (r_{\pi} + \beta R_E)$$



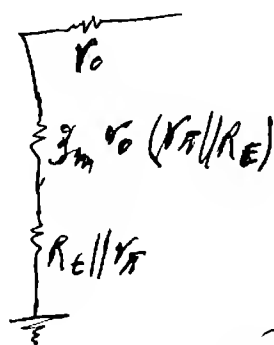
در اینجا که ولتاژ V_A در اینجا است (ولتاژ V_A در اینجا است) ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است. ولتاژ V_A در اینجا است.

(۲۲)



$$\Rightarrow v_{\pi} = -i_x (r_{\pi} \parallel R_E) \Rightarrow v = -g_m v_{\pi} v_o = g_m v_o i_x (r_{\pi} \parallel R_E)$$

همانطور که در مدار دیده می شود، ولتاژ خروجی نسبت به ولتاژ ورودی معکوس است. در اینجا می توانیم بنویسیم:

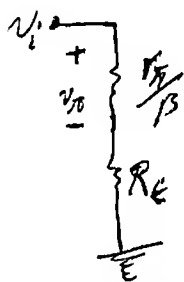


$$\Rightarrow R_{out} = v_o (1 + g_m v_o (r_{\pi} \parallel R_E))$$

منتهی در اینجا شکل را می بینیم، ولتاژ خروجی را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

همانطور که می بینیم، ولتاژ خروجی را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

نزدیک به ولتاژ خروجی را می بینیم (یعنی). ولتاژ خروجی را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.



$$\xrightarrow{\text{تقسیم مدار}} v_{\pi} = \frac{v_i / \beta}{\frac{1}{\beta} + R_E} = \frac{1/g_m}{1/g_m + R_E} v_i = \frac{1}{1 + g_m R_E} v_i$$

که با بردن مقاومت R_E به base می توانستیم ولتاژ را بدست آوریم.

مدار را می بینیم

$$v_o = (-g_m v_{\pi}) R_C, v_{\pi} = \frac{1}{1 + g_m R_E} v_i \Rightarrow v_o = -g_m R_C \frac{1}{1 + g_m R_E} v_i \Rightarrow A_v = \frac{-g_m R_C}{1 + g_m R_E}$$

گوییم که C_E بدون R_E ولتاژ خروجی را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

نکته دوم: R_E را باید حذف کرد و در مدار R_E را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

اینکه در مدار R_E را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

بزرگ گوییم g_m می تواند ولتاژ را می بینیم که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

R_E را حذف می کنیم. به همان این رابطه که در مدار emitter کشیم و گوییم که ولتاژ خروجی را می بینیم.

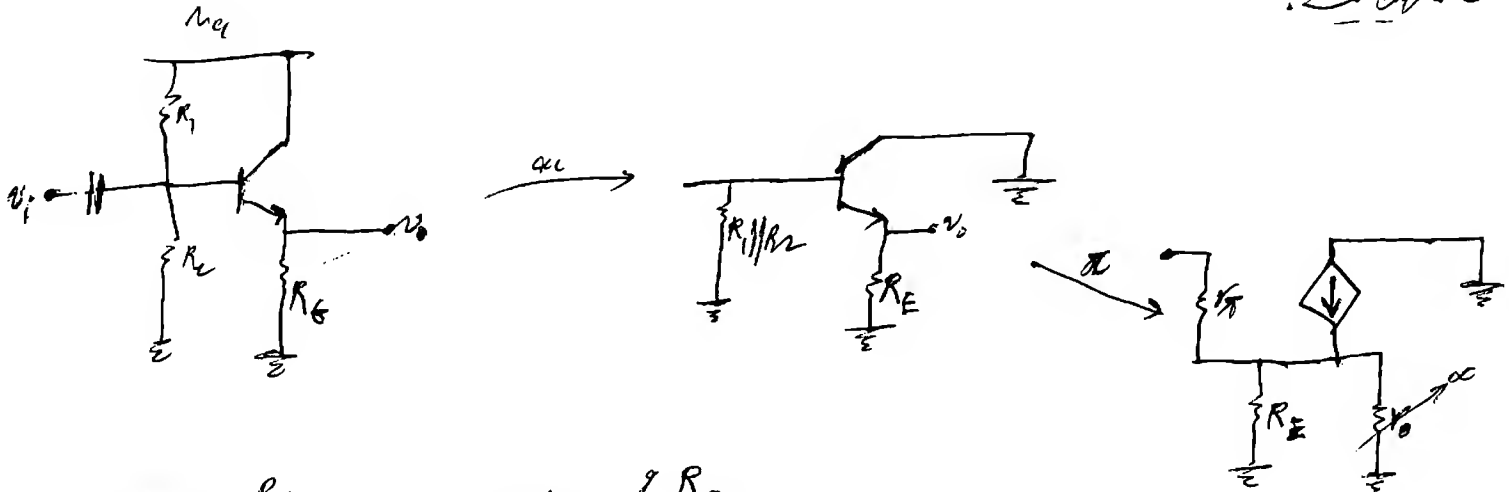
(۲۷) CC:

می‌دانیم که ۱ است، لذا هر چه در emitter بدهیم، base هم همان مقدار را در emitter می‌دهد.

مسئله می‌خورد که نمی‌توانیم emitter follower را به این شکل نگاه کنیم. اما منظور این نیست که emitter / base نسبت می‌دهد، اگر چه در هر دو صورت.

★ همان "مسئله" یعنی همان این است که در آن ترانزیستور 4-terminal است، مسأله بین دو طرف است و

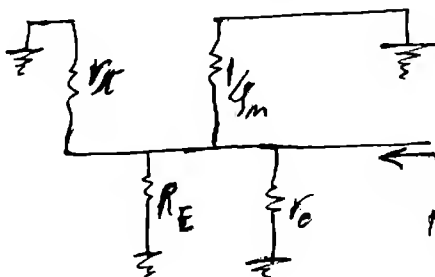
و اما در مورد ورودی و خروجی نسبت به آن می‌توانیم زمین خود را از دید AC کوتاه کنیم. مثلاً در CE وقتی R_E می‌گذاریم و می‌خواهیم آن با h_{FE} می‌شود که از دید DC زمین نیست.



$$\Rightarrow v_o = \frac{R_E}{R_E + \frac{1}{g_m}} v_i \Rightarrow A_v = \frac{g_m R_E}{1 + g_m R_E}$$

R_{in} همان R_{in} برای CE است که می‌توانی. برای R_{out} یک v_n از خروجی می‌گذاریم یعنی از R_E می‌گیریم.

$v_n = v_o \Rightarrow i = i_n = g_m v_n \rightarrow$ (اینجا می‌توانیم ولتاژ را در نظر بگیریم)
و اینجاست که ولتاژ \leftarrow تفاوت $\frac{1}{g_m}$ از R_E این می‌شود.



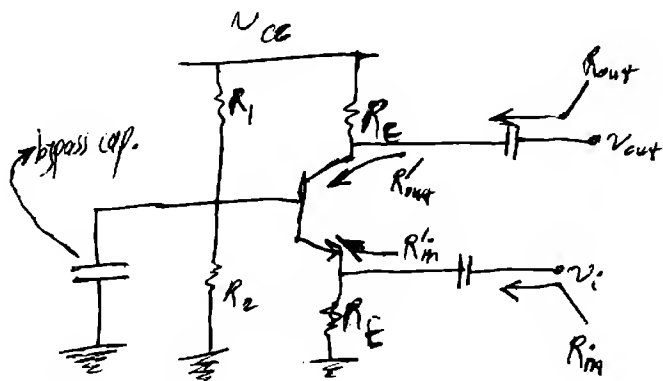
$$R_{out} = \frac{1}{g_m} \parallel R_0 \parallel R_E \parallel R_1 \approx \frac{1}{g_m} \parallel R_E$$

CC is a good buffer.

آنجا که از قبل از R_E می‌دانیم که R_{out} را داریم می‌توانیم به سبب R_{out} و R_{in} را می‌توانیم.

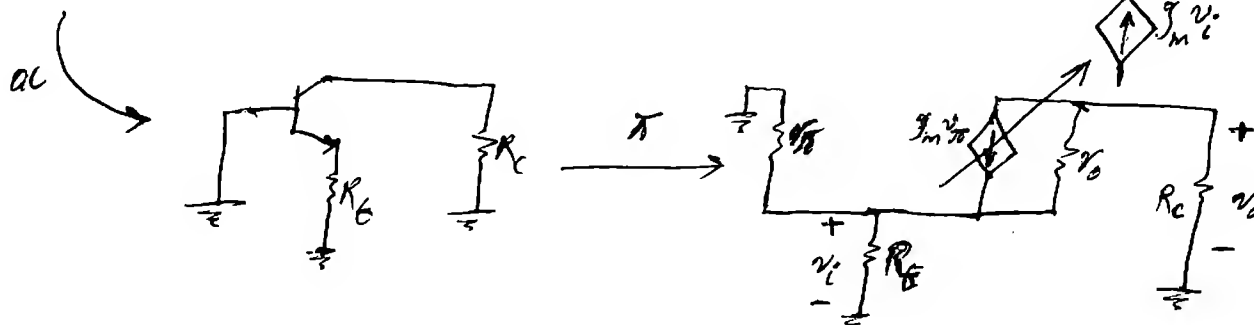
$$A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{v_o}{v_b} \times \frac{v_b}{v_i} = \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s} \times \frac{g_m R_E}{1 + g_m R_E} \quad \text{لذا:} \quad \frac{R_{in}}{R_{in} + R_s}$$

۲۴ CB:



$$R_{out} = R_{out}' \parallel R_C$$

$$R_{in} = R_{in}' \parallel R_E$$

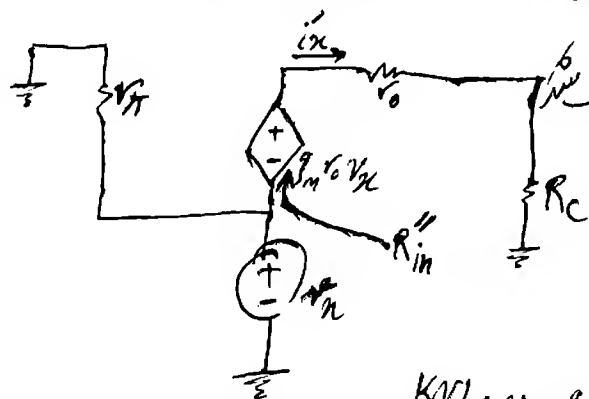


$$\Rightarrow v_o = g_m v_i R_C \Rightarrow A_v = g_m R_C$$

$$A_v = g_m (R_C \parallel r_o)$$

$$R_{out} = r_o (1 + g_m (R_E \parallel R_2)) \rightarrow \text{calculated like CE}$$

$$R_{in} = ?$$



$$R_{in}' = R_{in}'' \parallel R_E$$

$$KVL: v_x + g_m v_o v_x = i_x' (r_o + R_C) \Rightarrow i_x' = \frac{v_x + g_m v_o v_x}{R_C + r_o}$$

$$R_{in}'' = \frac{v_x}{i_x'} = \frac{R_C + r_o}{1 + g_m r_o}$$

$$\Rightarrow R_{in} = R_{in}' \parallel R_E = R_{in}'' \parallel R_2 \parallel R_E = \frac{R_C + r_o}{1 + g_m r_o} \parallel R_2 \parallel R_E$$

$$R_C \ll r_o \rightarrow R_{in} \approx \frac{1}{g_m}$$

$$R_C \approx r_o \rightarrow R_{in} \approx \frac{2}{g_m}$$

$$R_C \ll r_o \rightarrow R_{in} \approx R_2$$

این سه حالت را باید در نظر بگیرید و در هر یک از این موارد، R_{in} را به دست آورید.

در هر یک از این موارد، R_{in} را به دست آورید. چون اینها به هم وابسته هستند و نمیتوان آنها را جداگانه به دست آورد.

۲۵

	CE w/o R_E	CE with R_E	CC	CB
R_{in}	r_{π}	$r_{\pi} + \beta R_E$	$r_{\pi} + \beta R_E$	$\frac{r_o + R_C}{1 + \beta r_o} \parallel r_{\pi} \parallel R_E \approx \frac{1}{g_m} \parallel R_E$
R_{out}	r_o	$r_o (1 + g_m (r_{\pi} \parallel R_E))$	$\frac{1}{g_m} \parallel r_o \parallel r_{\pi} \parallel R_E$	$r_o (1 + g_m (r_{\pi} \parallel R_E))$
A_v	$-g_m R_C$	$\frac{-g_m R_C}{1 + g_m R_E}$	$\frac{g_m R_E}{1 + g_m R_E} \approx 1$	$g_m R_C$

ازجمله

مقدور آن مقدار R_E است که $\beta r_o \gg 1$ باشد

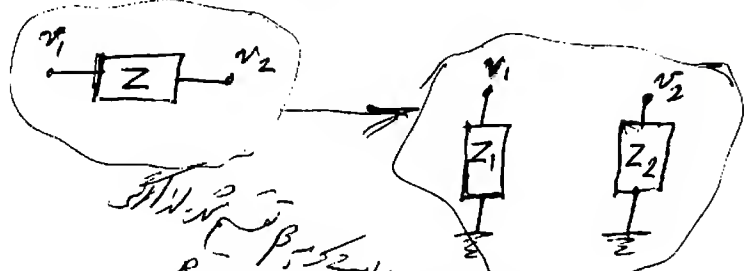


اینجا چون βr_o بسیار بزرگ است می توان آن را نادیده گرفت

$$\frac{1}{g_m} \parallel R_E \parallel r_o$$

در حال آنکه می توانیم خروجی را برداریم

می توان میفرستیم که از مدار خروجی



فرض کنیم Z_1 و Z_2 را به هم وصل کنیم
 $\frac{R_E + r_o}{\beta}$ به جای Z_1 می گذاریم
 $\frac{R_E + r_o}{\beta}$ به جای Z_2 می گذاریم

$$Z_1 = \frac{Z}{1-A}$$

$$Z_2 = \frac{AZ}{A-1}$$

$$(A = \frac{v_2}{v_1})$$

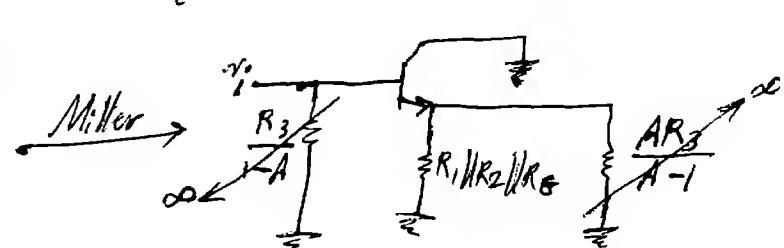
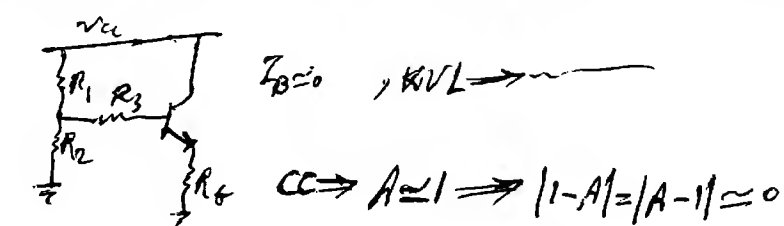
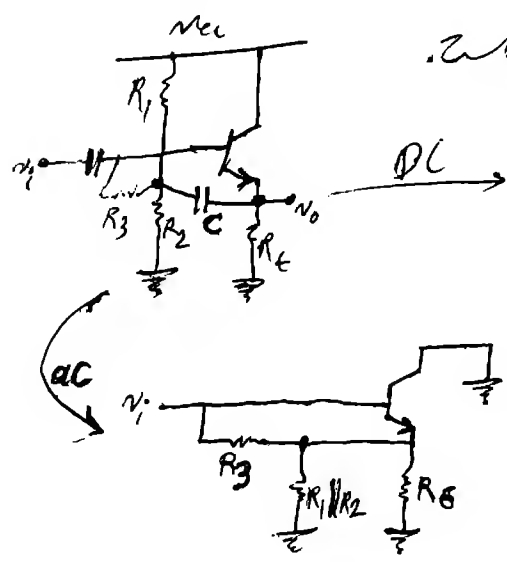
اگر R_{in} خیلی کوچک باشد، قبل از آن که تقویت کننده ضعیف می کند، به خاطر تقسیم ولتاژی. یعنی اگر R_s بزرگ تر از R_{in} باشد، تقسیم ولتاژ می شود

تست بیاوریم از ولتاژ روی آن می افتد. می تواند از ولتاژ این تفاوت ورودی βr_o است. اگر βr_o بزرگ تر از R_E باشد، تقسیم ولتاژی می شود و می توانیم آن

را بشویم. در حالت کلی، چون R_E بزرگ تر از R_{in} است، می توانیم آن را نادیده بگیریم. اما اگر R_E کوچک تر از R_{in} باشد، باید آن را در نظر بگیریم.

خارج کردیم $(A-1)$ و $(1-A)$ که در هر دو حالت یکی می شود. تفاوت اصلی این است که در اینجا R_E بزرگ تر از R_{in} است، پس می توانیم آن را نادیده بگیریم. اما اگر R_E کوچک تر از R_{in} باشد، باید آن را در نظر بگیریم.

در اینجا می بینیم که R_E بزرگ تر از R_{in} است، پس می توانیم آن را نادیده بگیریم. اما اگر R_E کوچک تر از R_{in} باشد، باید آن را در نظر بگیریم.



57

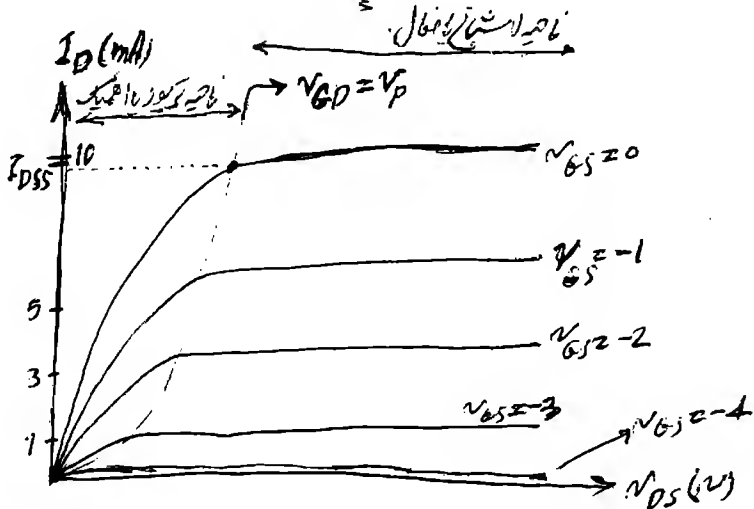
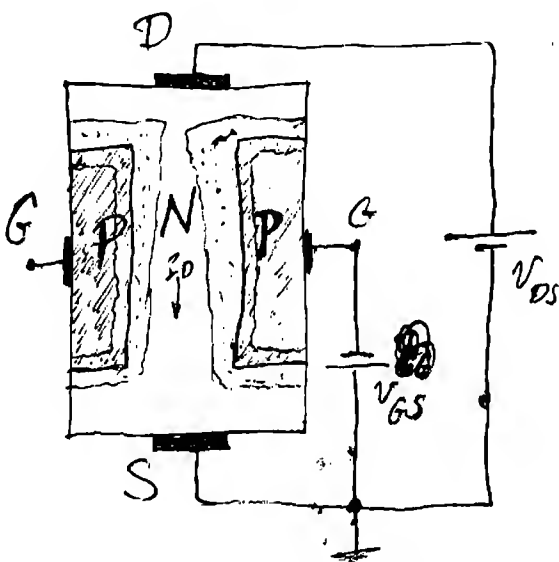
MOSFET در حالت کار راه انداخته می شود و به آن MOSFET در حالت کار می گویند. در حالت کار MOSFET در حالت کار می گویند. در حالت کار MOSFET در حالت کار می گویند.

JFET:

کانال نوع N یا P، در MOSFET و P-JFET.

اینجا هم مثل MOSFET است.

توصیفیات MOSFET را می توان به JFET اعمال کرد.



تفاوت MOSFET و JFET در ساختار و نحوه کار است.

در MOSFET، کانال به وسیله ولتاژ دریا ایجاد می شود.

در JFET، کانال به وسیله ماده نیمه رسانا ساخته می شود.

در MOSFET، ولتاژ دریا می تواند به هر دو جهت اعمال شود.

در MOSFET، ولتاژ دریا می تواند به هر دو جهت اعمال شود.

در MOSFET، ولتاژ دریا می تواند به هر دو جهت اعمال شود.

در MOSFET، ولتاژ دریا می تواند به هر دو جهت اعمال شود.

[illegible]

این جدول را از اینجا برداشتم چون میرعشقی از
نوتیشن های عجیب و غریبی استفاده کرده بود که در
جایی ندیدم. فعلا به دفتر کنکور مراجعه کن و کتاب
ناصح از راهیان ارشد.

در این جبلت می تواند چند ملاحظاتی را در اینصورت و ۱۵۰۰ نفر سوار بر کوه ها و درخت

ρ تعریف می شود که در اینجا است $\rho = \frac{m}{V}$

PJTET \rightarrow PNP \rightarrow NPN

چون منفرد نیست و نسبت به ~~آن~~ دیگران در حدی که در حدی که در حدی که

و تاز به کتب و درین ادرم کتب به نیمه ۱۲۶۱ - ۱۲۶۲

چند وقتی نہ NADH کی افزائش نہ PMP سے جہاں کہ حکم بعد چونکہ

حال حالت DC و signal عموماً اینست که فرکانس نیست. پس ω را می بینیم که ω می تواند فرکانس باشد یا ω می تواند ω باشد و ω می تواند ω باشد.

این گفت که رابطه عربی است و مگر آن خوانند و اینم در اینم آنا برستی گفت هم عربی و هم نطری:

$$I_p = I_{pss} \left(1 - \frac{v_{GS}}{V_p}\right)^2$$

این مدار برای N-FET و P-FET به کار می آید و V_{GS} و I_{DSS} و V_{DS} را مشخص می کند.

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$$

این مدار می تواند برای N-FET و P-FET به کار آید. مدار یکدیگر می توانند به کار آید. چون اگر چه V_{GS} و V_{DS} و

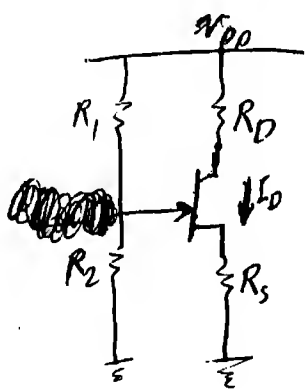
منفی می باشد یعنی اگر V_{GS} و V_{DS} مثبت باشند و I_{DS} منفی می شود. البته چون جهت جریان در این مدار مثبت است

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 + \frac{V_{GS}}{V_p}\right)^2$$

م برای P-FET است. محبت با یکدیگر در این مدار است و در این تقسیم بار می آید. P-FET هم می تواند به کار آید. چون تفاوت در

P-FET بزرگ است استفاده از آن در این مدار می آید. می توانیم به کار آید چون V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و این مدار

این مدار می تواند تقویت کننده سیگنال بزرگ استفاده می شود. I_{DSS} و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و $I_{DS} = I_{DSS} e^{-V_{GS}/V_p}$ و

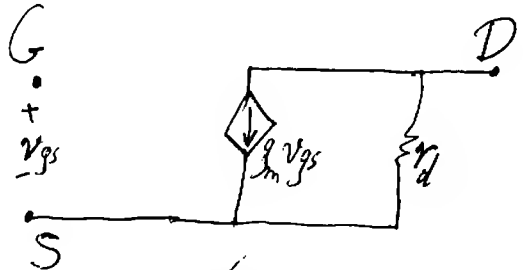


فقط برای سیگنال کوچک که تقویت می شود و این مدار می تواند به کار آید. R_1 و R_2 را به هم میزنیم و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

می توانیم به کار آید. R_1 و R_2 را به هم میزنیم و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و $I_{DS} = I_{DSS} e^{-V_{GS}/V_p}$ و

از R_1 و R_2 به هم میزنیم و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و $I_{DS} = I_{DSS} e^{-V_{GS}/V_p}$ و

مدار تقویت کننده سیگنال بزرگ و $I_{DS} = I_{DSS} e^{-V_{GS}/V_p}$ و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و



مدار سیگنال کوچک JFET: این مدار می تواند به کار آید. R_1 و R_2 را به هم میزنیم و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

مدار سیگنال کوچک JFET: این مدار می تواند به کار آید. R_1 و R_2 را به هم میزنیم و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

این مدار می تواند تقویت کننده سیگنال بزرگ استفاده می شود. I_{DSS} و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

و این مدار می تواند تقویت کننده سیگنال بزرگ استفاده می شود. I_{DSS} و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

$$g_m = \frac{\partial I_D}{\partial V_{GS}} = \frac{-2I_{DSS}}{V_p} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p}\right) = \frac{2I_{DSS}}{|V_p|} \sqrt{\frac{I_{DS}}{I_{DSS}}} = \frac{2}{|V_p|} \sqrt{I_{DSS} I_{DS}}$$

این مدار می تواند تقویت کننده سیگنال بزرگ استفاده می شود. I_{DSS} و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

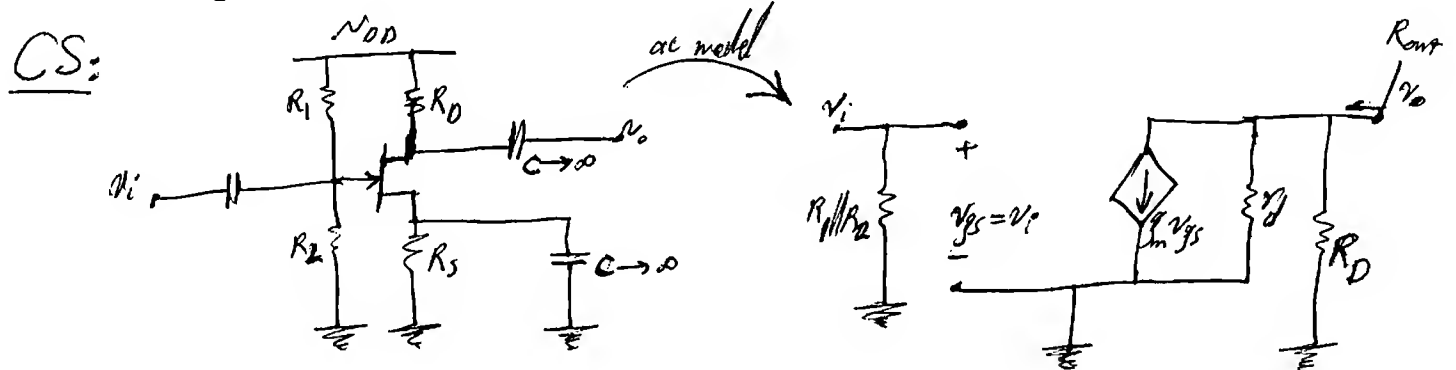
این مدار می تواند تقویت کننده سیگنال بزرگ استفاده می شود. I_{DSS} و V_{GS} و V_{DS} را به هم میزنیم و

۳۵) به لحاظ کمی و کیفی تفاوتی وجود دارد. این هم مثل ترانزیستورهای S و G تفاوت نیست؟ جواب: اینها تفاوتی هم است چون در مایکرو
ممکن است در یک مدار یک MOSFET باشد و در یک مدار دیگر BJT تفاوتی در آن نیست (۳۶) نسبت به ولتاژ و توان کمتری مصرف می کند
در مدارات مختلف می تواند به کار رود. این هم یکی از مزایای آن است و در مدارات مختلف می تواند به کار رود. در مدارات مختلف می تواند به کار رود.
BJT در ولتاژ کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود. BJT در توان کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود.

$$g_m = \mu \quad \text{و} \quad g_m = \frac{\partial i_D}{\partial v_{GS}}, \quad \text{و} \quad g_m = \frac{\partial i_D}{\partial v_{GS}} \Rightarrow \mu = \frac{\partial v_{GS}}{\partial v_{DS}}$$

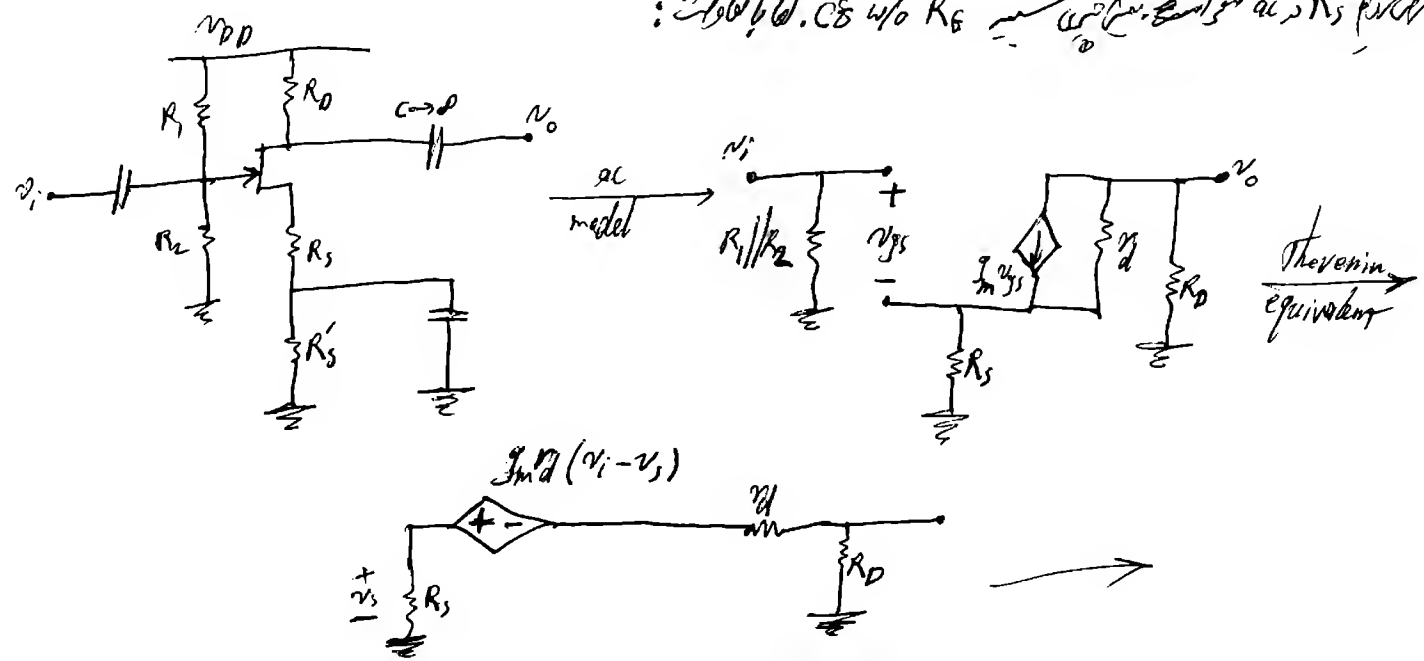
لذا می توان گفت که MOSFET در ولتاژ کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود. BJT در توان کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود.
منبع جریان می تواند به کار رود و در ولتاژ کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود. MOSFET در ولتاژ کمتری به کار می رود و در توان کمتری به کار می رود.

small signal analysis:

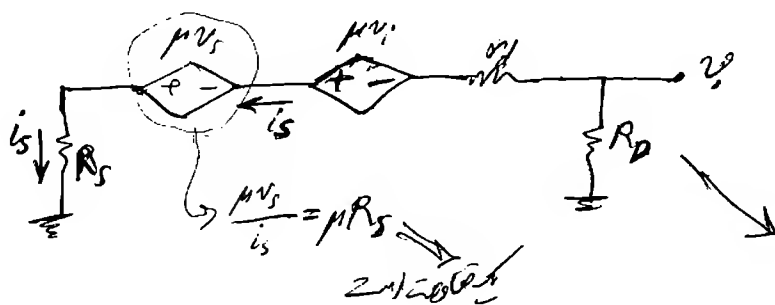


$$R_{in} = R_G = R_1 \parallel R_2 \quad R_{out} = R_D \quad v_o = g_m v_{gs} (R_D \parallel r_d) = g_m v_i (R_D \parallel r_d) \Rightarrow A_v = -g_m (R_D \parallel r_d) = -g_m R_D$$

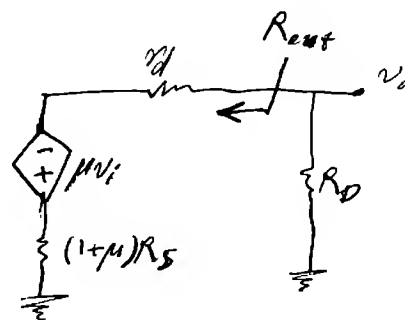
این فرکانس در ac می تواند به کار رود. نسبت به R5 و R6. CS می تواند به کار رود:



(C)



$$g_m R_D = \mu$$



$$R_{out} = (1+\mu)R_S + r_d$$

در این حالت منبع ولتاژ را غیر در نظر می آوریم. چون منبع ولتاژ می تواند ولتاژی را ایجاد کند که ولتاژ منبع ولتاژ را به صفر می رساند.

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{0}{\varepsilon} = 0$$

اگر ولتاژ تست را به صفر می آوریم، در این حالت ولتاژ تست را به صفر می آوریم. چون ولتاژ تست را به صفر می آوریم، ولتاژ تست را به صفر می آوریم.

$$R = \frac{\Delta V}{\Delta I} = \frac{\varepsilon}{0} \rightarrow \infty$$

بنابراین R_{out} که این بار به دست می آید، با R_{out} در حالت C & B یکسان است. در حالت C & B، R_{out} یکسان است.

$$R_{out} = r_o (1 + g_m (r_d || R_D)) \xrightarrow{\text{در این حالت } r_d || R_D \rightarrow \infty} R_{out} = r_d (1 + g_m R_D) = r_d + g_m r_d R_D = r_d + \mu R_S$$

که این بار ولتاژ تست را به صفر می آوریم. در این حالت ولتاژ تست را به صفر می آوریم. چون ولتاژ تست را به صفر می آوریم، ولتاژ تست را به صفر می آوریم.

$$v_o = \frac{R_D}{R_D + r_d + \mu R_S} (-\mu v_i) \Rightarrow A_v = \frac{v_o}{v_i} = \frac{-\mu R_D}{R_D + r_d + \mu R_S}$$

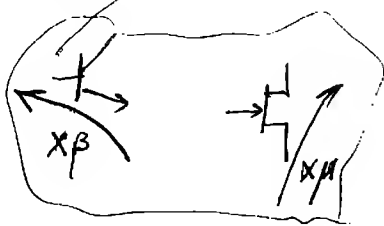
بنابراین A_v در این بار هم به دست می آید. در این حالت ولتاژ تست را به صفر می آوریم. چون ولتاژ تست را به صفر می آوریم، ولتاژ تست را به صفر می آوریم.

$$A_v = \frac{-g_m r_d R_D}{R_D + r_d + g_m r_d R_S}$$

$$A_v = \frac{-g_m r_d R_D}{r_d + g_m r_d R_S} = \frac{-g_m r_d R_D}{r_d (1 + g_m R_S)} = \frac{-g_m R_D}{1 + g_m R_S}$$

که این بار ولتاژ تست را به صفر می آوریم. در این حالت ولتاژ تست را به صفر می آوریم. چون ولتاژ تست را به صفر می آوریم، ولتاژ تست را به صفر می آوریم.

۲۲



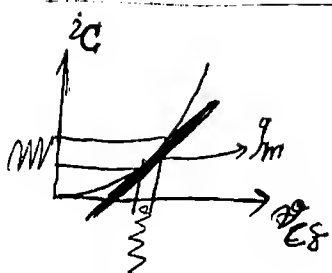
این است که در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم

در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم

انتقال فرکانس: این فرکانس را می توانیم از این معادله به دست آوریم: $\mu = \frac{2V_{DS}}{2V_{GS}}$ به همین دلیل این فرکانس را V_{DS} می گویند.

نکته: در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم. built-in field به این دلیل است که در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.

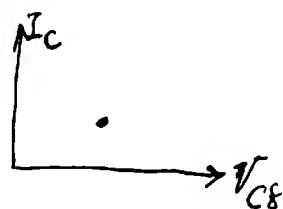
آنها فرکانس را می بینیم و در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.



سوال: چرا در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.

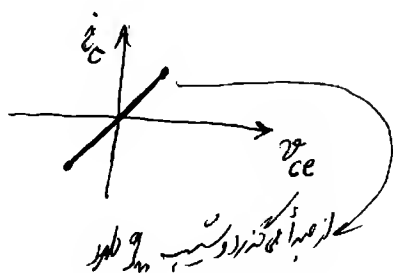
در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.

مقدار \$V_{GS}\$ در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.



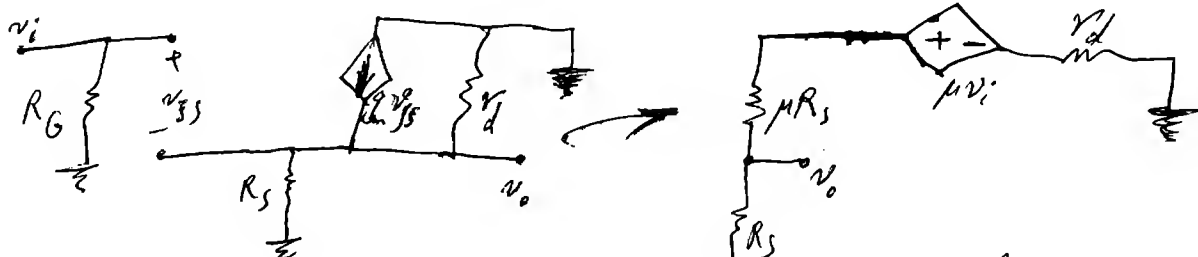
در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.

فرکانس فرکانس: این فرکانس را می توانیم از این معادله به دست آوریم: $\mu = \frac{2V_{DS}}{2V_{GS}}$ به همین دلیل این فرکانس را V_{DS} می گویند.



نکته: در این مدار به \$V_{gs}\$ که در این مدار می بینیم و \$V_{DS}\$ که در این مدار می بینیم.

CD:



Source follower

فرکانس فرکانس: $A_v = \frac{\mu R_S}{\mu R_S + r_d} = \frac{g_m r_d R_S}{g_m r_d R_S + r_d} = \frac{g_m R_S}{1 + g_m R_S}$ concordance with BJT

۷۷

	CS	CD	CG
R_{in}	∞	∞	$\frac{1}{g_m} \parallel R_s$
R_{out}	$r_d(1+g_m R_s)$	$\frac{1}{g_m} \parallel r_d \parallel R_s$	$r_d(1+g_m R_s)$
A_v	$\frac{-g_m R_D}{1+g_m R_s}$	$\frac{g_m R_s}{1+g_m R_s} \approx 1$	$g_m R_D$

دریافت می شود این جدول با جدول ۷۵

مطابقت کامل ندارد. تفاوت در ورودی آن دو

همانی چراغ است. اگر تفاوتی معنادار شد

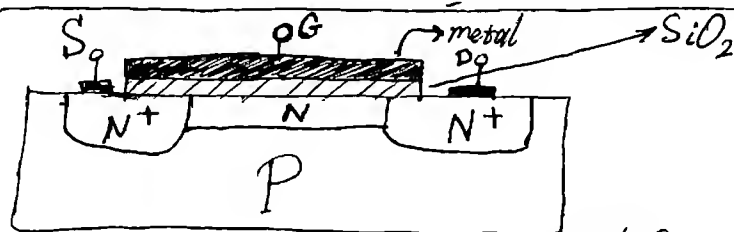
فقط $R_G = R_1 \parallel R_2$ می شود

در R_s و CS نسبت به هم چه درستی R_s را

می توان صحت نظر کرد.

مقدار R_s مقدار R_s است که bypass شده است

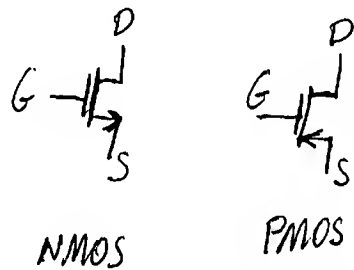
در برخی منابع، گاهی جریان (I_D) را می نویسند که لازم نیست و می توانی که α و β است و α را هم β می گویند.



نوع MOSFET: نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوع MOSFET: نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

به دلیل لایه عایق بین G و کانال، MOSFET IGFET می نامند: Insulated Gate.



نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

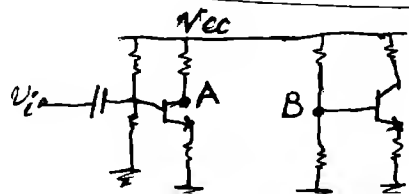
نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.



نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

نوعی از ترانزیستور است که دارای کانال N و P است.

C4

2nd stage

$$A_{v2} = \frac{v_{o2}}{v_{o1}} = \frac{-\beta_{m2} (R_{C2} \parallel R_{i3})}{1 + \beta_{m2} R_{E2}}$$

$$R_{i2} = R_3 \parallel R_4 \parallel (\beta_{m1} + \beta R_{E1})$$

$$R_{o2} = R_{C2} \parallel r_{o2} \left[1 + \beta_{m2} \left((r_{\pi2} + R_{b2}) \parallel R_{C2} \right) \frac{r_{\pi2}}{r_{\pi2} + R_{b2}} \right] \rightarrow \frac{1}{2} \beta_{m2}$$

$$R_{b2} = R_{o1} \parallel R_3 \parallel R_4$$

R_b یعنی مقاومتی که در base است. یعنی وقتی از نود base به زمین نگاه می‌کنیم، R_{o1} را می‌بینیم. اما R_{o1} هم به زمین نیست. به بار دیگر که می‌بینیم در خروجی مرحله می‌بینیم. یعنی از نود کلکتور به زمین نگاه می‌کنیم.

1st stage

$$A_{v1} = \frac{-\beta_{m1} (R_{C1} \parallel R_{i2})}{1 + \beta_{m1} R_{E1}}$$

$$R_{i1} = R_1 \parallel R_2 \parallel (\beta_{m1} + \beta R_{E1})$$

$$R_{o1} = R_{C1} \parallel r_{o1} (1 + \beta_{m1} (r_{\pi1} \parallel R_{E1}))$$

$$A_{v, total} = A_{v1} \cdot A_{v2} \cdot A_{v3}$$

Darlington pair

در اینجا $V_{\pi1} = V_{\pi2}$ و $R_E = R_{E1}$ است. این را می‌توانیم از اینجا استخراج کنیم.

$$V_{\pi1} = \beta V_{\pi2}, \quad I_{B2} = \beta I_{B1} \Rightarrow r_{\pi1} I_{B1} = r_{\pi2} I_{B2} \Rightarrow V_{\pi1} = V_{\pi2} \rightarrow$$

$$V_{in} = V_{\pi1} = V_{\pi2} \Rightarrow v_{out} = -\beta_{m2} R_C \frac{v_i}{2} \Rightarrow A_v = \frac{-\beta_{m2} R_C}{2}$$

$$A_v = \frac{-\beta_{m2} R_C}{1 + \beta_{m2} R_E}$$

این فرمول برای حالتی که R_E به زمین وصل است و R_C به بار می‌باشد.

~~$V_{out} = -\beta_{m2} R_C$~~

که در اینجا V_{B6} است. یعنی V_{B6} است.

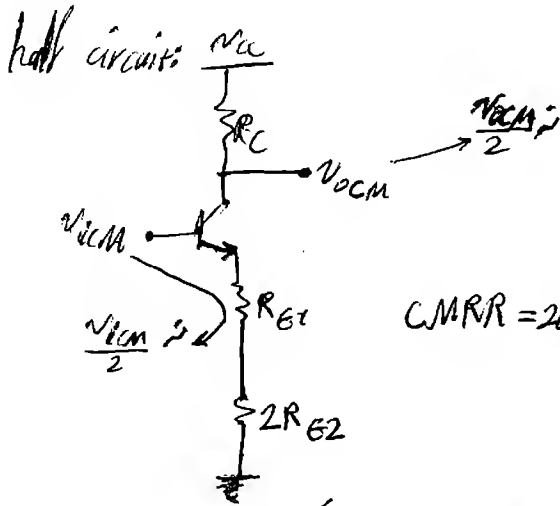
$$V_o = -I_C R_C = -I_{C2} R_C = -\beta_{m2} V_{\pi2} R_C = -\beta_{m2} \frac{V_i}{2} R_C$$

(C1)

~~Common mode analysis:~~ $A_{vd} = \frac{-\beta_m R_C}{1 + \beta_m R_{E1}}$ $R_o \approx r_o (1 + \beta_m (R_{E1} \parallel R_{E2}))$

common mode analysis:

$$A_{vcm} = \frac{-\beta_m R_C}{1 + \beta_m (R_{E1} + 2R_{E2})}$$



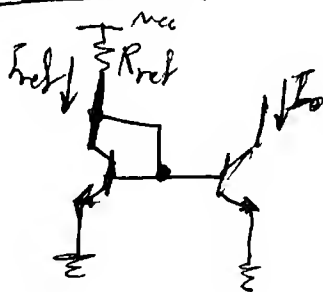
$R_{icm} = \dots$ $R_{ocm} = \dots$

$CMRR = 20 \log \left| \frac{A_{vd}}{A_{vcm}} \right| \rightarrow \text{here} \rightarrow 20 \log \left| \frac{1 + \beta_m (R_{E1} + 2R_{E2})}{1 + \beta_m R_{E1}} \right|$

$\approx 110 \text{ dB} \text{ } 180 \text{ dB} \text{ } 60 \text{ dB}$

همین حالت به نوبت می‌تواند در خروجی نیز به صورت یک منبع ولتاژ باشد (تفاوت ولتاژها را می‌تواند)

current source:



$v_{BE1} = v_{BE2} \xrightarrow{I_{ref} \approx I_0} I_{ref} = I_0$

$I_{ref} = \frac{v_{BE1} - v_{BE2,ON}}{R_{ref}}$

و اما: R_{ref} باید به قدری انتخاب شود که

$\Rightarrow v_{BE1} = v_{BE2} + R_E I_0$ $v_T \ln \frac{I_{ref}}{I_{S1}} = v_T \ln \frac{I_0}{I_{S2}} + R_E I_0$

$v_T \ln \frac{I_{ref}}{I_0} + v_T \ln \frac{I_{S2}}{I_{S1}} = R_E I_0 \rightarrow$ $(I_{S1} = I_{S2})$

$v_T \ln I_{ref} = R_E I_0 + v_T \ln I_0$

اینجا می‌توانیم R_{ref} را به گونه‌ای انتخاب کنیم که $I_{ref} = I_0$ باشد.

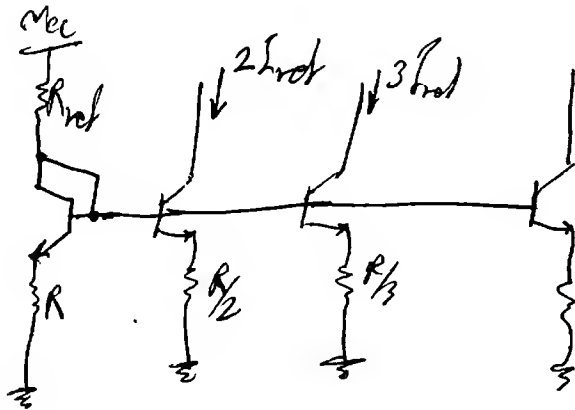
$v_{min} = v_{BE2,ON} + R_E I_0$

29

نوع دیگر از ترانزیستورهای MOSFET

$$V_{B1} + R_{E1} I_{ref} = V_{B2} + R_{E2} I_0 \Rightarrow R_{E1} I_{ref} = R_{E2} I_0 \Rightarrow$$

$$I_0 = \frac{R_{E1}}{R_{E2}} I_{ref}$$

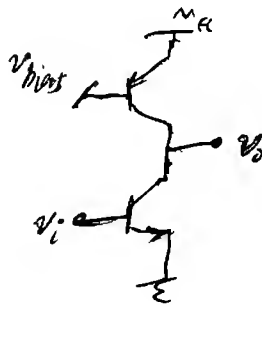


این ترانزیستورهای MOSFET در مدارهای مختلف به کار می‌روند.

$$A_{v, Tr} \rightarrow A_{v, Tr} = -\frac{I_{CQ}}{r_T} R_C \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} I_{CQ} \approx I_{CQ} \\ R_C \approx R_C \end{array} \right\}$$

در مدارات گیت‌های دیجیتال
استفاده می‌شود

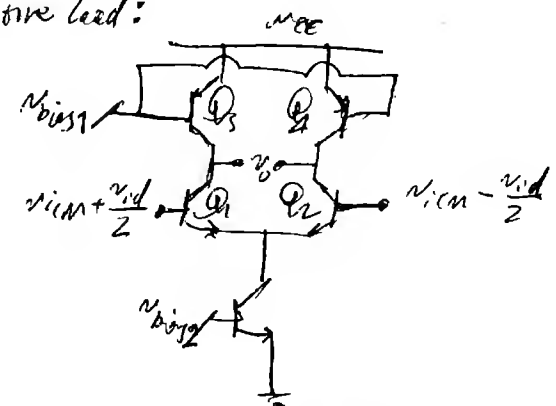
$$\Rightarrow \text{active load} \quad \text{bias} \Rightarrow I_{C1} = I_{C2} \quad A_{v, Tr} = -g_m (r_{D1, n} || r_{D2, p})$$



diff pair with active load:

$$A_{v, Tr} = -g_m (r_{D1} || r_{D2})$$

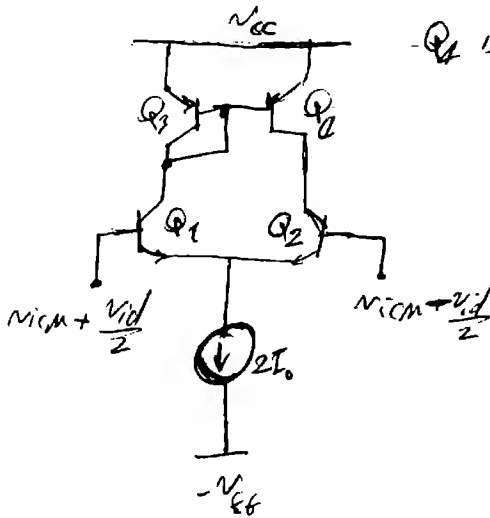
$$CMRR = 20 \log \left| \frac{A_{v, Tr}}{A_{v, cm}} \right|$$



این ترانزیستورهای MOSFET در مدارهای مختلف به کار می‌روند.

single-ended diff pairs

Σ



Q_1 is active load for Q_2 $A_{v,d} = \frac{g_m}{g_{m1} || g_{m2}}$

این است و به همین دلیل در اینجا نمی توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

در موردی خاص می توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

در موردی خاص می توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

در موردی خاص می توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

همه اینها در واقع به سادگی به این شکل نگاه کنیم

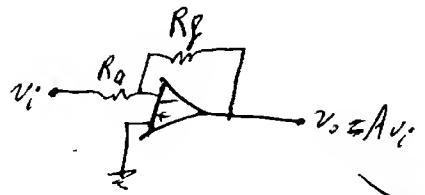
همه اینها در واقع به سادگی به این شکل نگاه کنیم

در اینجا می توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

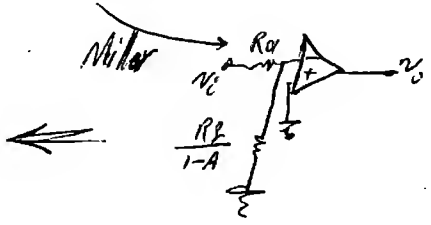
در اینجا می توانیم به سادگی به این شکل نگاه کنیم

خارج می کنیم و به سادگی به این شکل نگاه کنیم

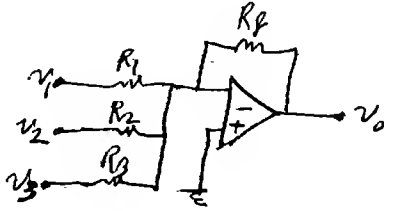
① Inverting amp.



$$\frac{v_o}{v_i} = \frac{\frac{R_f}{1-A}}{\frac{R_f}{1-A} + R_0} (A) = -\frac{R_f}{R_0}$$



② Summing inverting amp.



(21)

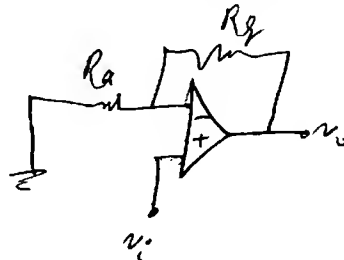
superposition $\Rightarrow v_o = v_1 \left(\frac{-R_f}{R_1} \right) + v_2 \left(\frac{-R_f}{R_2} \right) + v_3 \left(\frac{-R_f}{R_3} \right) \Rightarrow v_o = -R_f \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{R_i}$

تأثیر هر یک از ورودی ها را به تنهایی در خروجی می بینیم و بقیه را صفر می گیریم و این را برای هر ورودی می کنیم و در نهایت جمع می کنیم.

اینجا چون ولتاژ ورودی نسبت به زمین است پس ولتاژها را در معادله می نویسیم. اگر ولتاژی در زمین باشد آن را صفر می نویسیم.

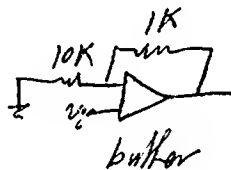
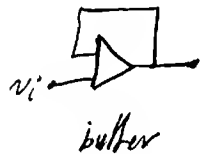
ولتاژ خروجی را می توانیم به صورت $v_o = -R_f \sum \frac{v_i}{R_i}$ بنویسیم.

(3) non-inverting amp.

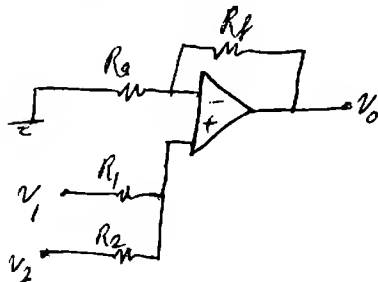


$$\frac{v_o - v_i}{R_f} = \frac{v_i}{R_a} \Rightarrow$$

$$A = 1 + \frac{R_f}{R_a}$$



(4) summer non-inverting amp.

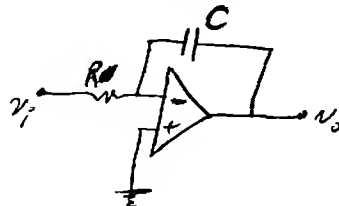


برای هر ورودی

$$v_o = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_a} \right) v_2 + \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right) \left(1 + \frac{R_f}{R_a} \right) v_1$$

$$\Rightarrow v_o = \left(1 + \frac{R_f}{R_a} \right) \left(R_1 \parallel R_2 \parallel \dots \right) \sum_{i=1}^n \frac{v_i}{R_i} \rightarrow \text{این را می توانیم به صورت } A \text{ بنویسیم}$$

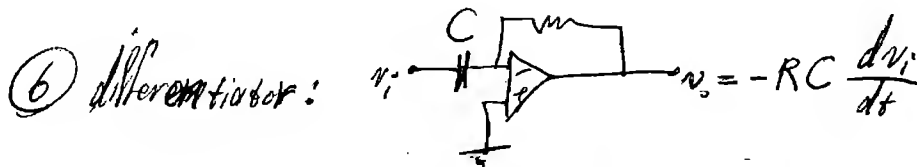
(5) integrator



KCL at $\ominus \Rightarrow \frac{v_i}{R} = -C \frac{dv_o}{dt} \Rightarrow \frac{-1}{RC} \int v_i dt = v_o - v_o(0) \Rightarrow v_o = \frac{-1}{RC} \int v_i dt + v_o(0)$

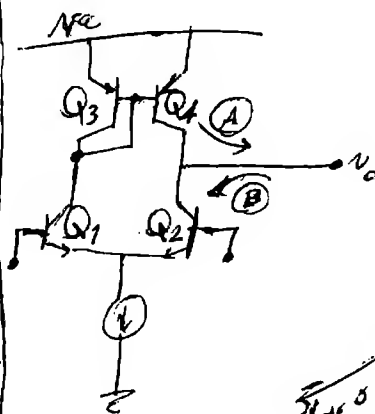
در فرکانس $\rightarrow \frac{v_o(s)}{v_i(s)} = \frac{-Z_f}{Z_o} = \frac{-1/s}{R} = \frac{-1}{RCs} \rightarrow \text{integral in time domain}$

(۴۲)



این یک نمونه از عملیات تفاضلی است

feedback amplifiers:



این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

در این مدار، Q_1 و Q_2 ترانزیستورهای NMOS هستند و Q_3 و Q_4 ترانزیستورهای PMOS هستند. این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

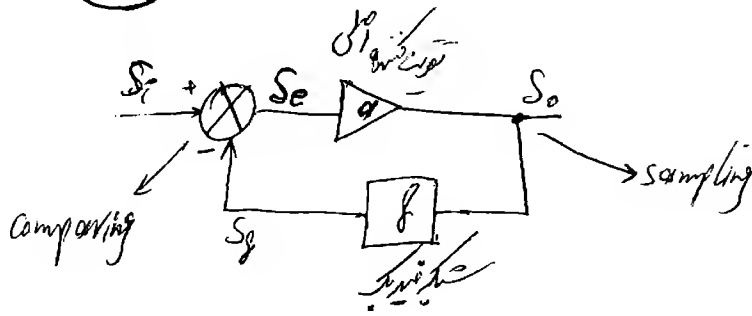
این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

این مدار یک تقویت کننده تفاضلی است که دارای یک نقطه کاری مشخص است.

ΣΣ



$$S_o = a S_e = a (S_i - S_g) = a (S_i - f S_o) = a S_i - a f S_o$$

$$S_o + a f S_o = a S_i \Rightarrow \frac{S_o}{S_i} = \frac{a}{1 + a f}$$

که در دسترس داریم که می توانیم که a و f را زیاد کنیم و در نهایت است نامی نیم: loop gain $T = a f$

$$A = \frac{S_o}{S_i} = \frac{a}{1 + T} \rightarrow \begin{cases} T > 0 & \rightarrow \text{تغییر کننده} \rightarrow \text{پایدار} \\ T < 0 & \rightarrow \text{تغییر کننده} \rightarrow \text{ناپایدار} \rightarrow \text{oscillation} \end{cases}$$

چون در نهایت فرکانس و آنجا در هر زمانی که می توانیم است ایجاد می شود. feedback \Rightarrow gain stability

$$\frac{dA}{da} = \frac{1}{(1 + a f)^2} \Rightarrow dA = \frac{1}{(1 + a f)^2} da \Rightarrow \text{تغییرات کم نباشد تغییرات کنیم}$$

فرکانس تغییرات را در نهایت فرکانس می توانیم که

